



Escuela
Politécnica
Superior

Vivienda autosuficiente.

Análisis comparativo para
su obtención mediante
energías renovables.



Grado en Arquitectura Técnica

Trabajo Fin de Grado

Tutor: Joaquín López Davó
Autor: Ana Tello Aceituno
Junio 2018



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

“Hay suficiente en el mundo para las necesidades
del hombre, pero no para su avaricia”

- Mahatma Gandhi -

JUSTIFICACIÓN

Desde hace varios años, científicos y expertos advierten sobre la situación de alarma en la que se encuentra nuestro planeta. (Boullón, 2006; Naciones Unidas, 1987, 1998; World Wildlife Fund (WWF), 2016). Problemas tales como la escasez de recursos energéticos, la deforestación y pérdida de biodiversidad, las emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI) y CO₂ y el consecuente efecto invernadero, etc., han ido apareciendo con el paso del tiempo.

El sector de la construcción juega un papel importante en toda esta situación. En España representa el 29,7% de la demanda total de energía final y el 62,2% de la demanda eléctrica total. (Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2017, p. 85). Todo esto conlleva un impacto medioambiental; tanto por las emisiones de CO₂, como por la generación de una gran cantidad de residuos (que ni siquiera se gestionaban adecuadamente hasta la entrada en vigor del Real Decreto 105/2008 (BOE, 2008).

Afortunadamente, en los últimos años, parece haberse experimentado un cambio de rumbo en este sentido, apostando por edificios cada vez más eficientes y respetuosos con el medio en el que se construyen. Como resultado se han ido actualizando las exigencias de la normativa, para que esta se adapte a la situación actual (Comisión Europea, 2016; España, 2016; Ministerio de Fomento, 2013, 2016c; Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010; Parlamento Europeo & Europea, 2005, 2006, 2009a, 2009b, 2012). Asimismo, debido a la creciente escasez de recursos fósiles, resulta cada vez más atractiva, incluso necesaria, la inversión en fuentes de energía renovables.

Por todos estos motivos, en el presente proyecto se pretende realizar una investigación de las estrategias de diseño en cuanto a eficiencia energética para una vivienda unifamiliar de obra nueva, siempre teniendo en cuenta factores básicos en

materia de bioclimatismo y sostenibilidad. La ubicación de la vivienda será en el medio rural aislada, por lo que para el supuesto a estudiar resultará indispensable el empleo de fuentes de energías renovables.

Como resultado, se obtendrá un edificio de consumo casi nulo, sostenible y autosuficiente en energía.

AGRADECIMIENTOS

Hace ya varios años que comencé esta etapa con Arquitectura Técnica, y tras muchos momentos y experiencias vividos, llega el momento de poner el punto final.

En primer lugar, agradecer a mi tutor Joaquín toda su implicación, orientación y consejos a lo largo del desarrollo del presente Proyecto Fin de Grado, consiguiendo hacer de sus tutorías momentos de aprendizaje ameno y poniendo un poco de luz en mi camino cuando más perdida me he encontrado con el trabajo.

Asimismo, quiero mostrar mi agradecimiento a profesoras, profesores, compañeras y compañeros de titulación que han formado parte de mi vida durante estos últimos años; me llevo conmigo lo mejor de cada uno de ellos.

Finalmente, dar las gracias a mi familia: a mis padres, por haber confiado en mí y apoyarme en todas mis decisiones, ayudándome siempre en todo lo que han podido y haciéndose sentir cerca incluso en la distancia; a mi hermana, por tenerme como ejemplo y más aún, por demostrarme en muchas ocasiones que ella es el modelo a seguir; y por supuesto a David, mi marido, mi compañero de viajes, inquietudes y locuras; por no dudar nunca de mí, animarme y aconsejarme en los momentos más complicados, demostrarme que con implicación y constancia todo es posible y, sobre todo, por darme esos pequeños empujones que a veces necesito para despegar.

Mil gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GENERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	METODOLOGÍA	21
4	MARCO NORMATIVO	23
4.1	NORMATIVA EUROPEA	24
4.2	NORMATIVA ESPAÑOLA	30
5	MARCO TEÓRICO. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DE EDIFICIOS NZEB	38
5.1	LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA APLICADA A LOS NZEB	38
5.2	LA EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS	42
5.2.1	INTRODUCCIÓN	42
5.2.2	ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN	42
5.3	LOS EDIFICIOS NZEB PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD	47
5.3.1	INTRODUCCIÓN	47
5.3.2	DEFINICIÓN DE NZEB	53
5.3.3	SITUACIÓN ENERGÉTICA A NIVEL GLOBAL Y SU RELACIÓN CON LOS EDIFICIOS NZEB	55
5.4	LA FORMACIÓN DEL USUARIO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS EDIFICIOS	60
5.5	VIVIENDA AUTOSUFICIENTE Y EFICIENTE	64
5.6	HACIA UN MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: CERTIFICACIONES AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS	66
5.6.1	CERTIFICACIONES MEDIOAMBIENTALES: LEED, BREEAM, VERDE.	66
5.6.2	CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y SU IMPLANTACIÓN COMO ESTÁNDAR DE CONSTRUCCIÓN: MINERGIE Y PASSIVHAUS	69
6	ESTRATEGIAS PARA CONSEGUIR UN EDIFICIO NZEB	75
6.1	ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO	75

6.1.1	ESTRATEGIAS GENERALES: DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	77
6.1.2	ESTRATEGIAS GENERALES: MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	81
6.1.3	ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN	90
6.1.4	ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN	93
6.2	ESTRATEGIAS DE DISEÑO ACTIVO	98

7 CASO OBJETO DE ESTUDIO **107**

7.1	ANÁLISIS DE NECESIDADES	107
7.2	EMPLAZAMIENTO	111
7.2.1	ZONA CLIMÁTICA B4	112
7.2.2	ZONA CLIMÁTICA C3	115
7.2.3	ZONA CLIMÁTICA D3	117
7.3	CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA	120
7.3.1	ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO	120
7.3.2	SISTEMA CONSTRUCTIVO	126
7.3.3	CÁLCULO CAUDAL DE VENTILACIÓN SEGÚN DB-HS3	132

8 ESTIMACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS Y ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO **134**

8.1	ZONA CLIMÁTICA B4	139
8.1.1	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN	139
8.1.2	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	140
8.1.3	BALANCE TOTAL Y CÁLCULO DE CARGAS	141
8.1.4	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA Y DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE	143
8.2	ZONA CLIMÁTICA C3	146
8.2.1	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN	146
8.2.2	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	147
8.2.3	BALANCE TOTAL Y CÁLCULO DE CARGAS	148
8.2.4	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA Y DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE	149
8.3	ZONA CLIMÁTICA D3	152
8.3.1	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN	152
8.3.2	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	153
8.3.3	BALANCE TOTAL Y CÁLCULO DE CARGAS	154
8.3.4	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA Y DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE	154

9 CONCLUSIONES	157
10 BIBLIOGRAFÍA	160
11 ANEXOS	168
ANEXO 1. PLANOS	169
ANEXO 2. CÁLCULOS DEMANDAS	176
ANEXO 3. CÁLCULOS CARGAS CALEFACCIÓN	183
ANEXO 4. CÁLCULOS CARGAS CLIMATIZACIÓN	190
ANEXO 5. DIMENSIONADO APROXIMADO DE SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS	203
ANEXO 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DB-HE 0 Y DB-HE 1	222
ANEXO 7. FACTORES DE EMISIONES DE CO2 Y COEFICIENTES DE PASO	250
ANEXO 8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA COMPOPLAK	253
ANEXO 9. FICHAS TÉCNICAS VENTANAS	289
ANEXO 10. FICHA TÉCNICA SISTEMA AEROTERMIA	292

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRINCIPALES DIRECTIVAS EUROPEAS CON RESPECTO A EDIFICIOS.	25
FIGURA 2. TRANSPOSICIÓN DE DIRECTIVA 2002/91/CE A NORMATIVA ESPAÑOLA	32
FIGURA 3. TRANSPOSICIÓN DE DIRECTIVA 2010/31/UE A NORMATIVA ESPAÑOLA	33
FIGURA 4. EXIGENCIAS E INDICADORES DEL DB-HE 2013	36
FIGURA 5. EXIGENCIAS E INDICADORES DEL DB-HE 2018	37
FIGURA 6. PATIO CENTRO ANDALUZ DE FLAMENCO (JEREZ DE LA FRONTERA)	39
FIGURA 7. CASA CUEVA EN CREVILLENTE (ALICANTE)	40
FIGURA 8. MOLINOS DE VIENTO DE CASTILLA LA MANCHA	40
FIGURA 9. HÓRREO ASTURIANO	41
FIGURA 10. ESQUEMA DE LOS TRES PILARES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	48
FIGURA 11. PUBLICACIONES Y TRATADOS IMPORTANTES EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD	49
FIGURA 12. PABELLÓN ALEMÁN DE LA EXPO 2000 EN HANNOVER	51
FIGURA 13. EDIFICIO SWISS RE EN LONDRES	52
FIGURA 14. AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	52
FIGURA 15. ESTADO DE LA DEFINICIÓN NZEB PARA EDIFICIOS NUEVOS EN LA UE EN EL AÑO 2015	55
FIGURA 16. GUÍA DE LA ENERGÍA	62
FIGURA 17. EJEMPLO DE CONSEJO PARA AHORRO DE ENERGÍA	63
FIGURA 18. ILUSTRACIONES DE LA EVOLUCIÓN DE RECURSOS EMPLEADOS EN LA CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDAS	65
FIGURA 19. NIVELES DE CERTIFICACIÓN LEED	67
FIGURA 20. ESQUEMAS DE CERTIFICACIÓN BREEAM	68
FIGURA 21. NIVELES DE CERTIFICACIÓN VERDE	69
FIGURA 22. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS CON CERTIFICACIONES MINERGIE Y MINERGIE-P	70
FIGURA 23. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS CON CERTIFICACIÓN MINERGIE A	71
FIGURA 24. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO RECUPERADOR DE CALOR	73
FIGURA 25. PRINCIPIOS ESTÁNDAR PASSIVHAUS	74
FIGURA 26. CLASIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO SEGÚN SU TIPOLOGÍA	76
FIGURA 27. ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	77
FIGURA 28. FORMAS BÁSICAS MÁS ADECUADAS SEGÚN EL CLIMA	78
FIGURA 29. INCIDENCIA DE RADIACIÓN SOLAR EN INVIERNO Y VERANO	79

FIGURA 30. ORIENTACIONES SUGERIDAS PARA DISTINTAS ESTANCIAS	80
FIGURA 31. ESTRATEGIAS PASIVAS DE MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	81
FIGURA 32. ENVOLVENTE TÉRMICA DE UN EDIFICIO	81
FIGURA 33. LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES TÉRMICOS LINEALES MÁS COMUNES	83
FIGURA 34. COMPONENTES DE UNA PARED VEGETAL	85
FIGURA 35. CLASIFICACIÓN DE VENTANAS SEGÚN EL TIPO DE APERTURA	86
FIGURA 36. CLASIFICACIÓN DE VIDRIOS SEGÚN SU TIPOLOGÍA	88
FIGURA 37. SECCIÓN DE CARPINTERÍA DE ALUMINIO CON RPT	89
FIGURA 38. ESTRATEGIAS PASIVAS DE CALEFACCIÓN SOLAR	90
FIGURA 39. FUNCIONAMIENTO DE INVERNADERO ADOSADO EN INVIERNO	91
FIGURA 40. FUNCIONAMIENTO DE INVERNADERO ADOSADO EN VERANO	92
FIGURA 41. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO MURO TROMBE	92
FIGURA 42. ESTRATEGIAS PASIVAS DE CALEFACCIÓN SOLAR	93
FIGURA 43. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO EFECTO VENTURI	94
FIGURA 44. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE TORRE DE VIENTO	95
FIGURA 45. FUNCIONAMIENTO DE POZO CANADIENSE	97
FIGURA 46. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO FREE COOLING	99
FIGURA 47. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO SISTEMA AEROTERMIA	99
FIGURA 48. SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.	101
FIGURA 49. INSTALACIÓN PARA CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.	102
FIGURA 50. SISTEMA DE ENERGÍA MINIEÓLICA EN VIVIENDA UNIFAMILIAR.	104
FIGURA 51. ESQUEMA SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA	105
FIGURA 52. CICLO DE OBTENCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA.	106
FIGURA 53. ALJIBE DE SAN NICOLÁS (GRANADA)	108
FIGURA 54. SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES	109
FIGURA 55. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES EN VIVIENDA	110
FIGURA 56. TEMPERATURA MEDIA A LO LARGO DEL AÑO EN ALICANTE	112
FIGURA 57. TEMPERATURA SECA Y HUMEDAD RELATIVA A LO LARGO DEL AÑO EN ALICANTE	113
FIGURA 58. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERIODO INVIERNO-PRIMAVERA EN ALICANTE	114
FIGURA 59. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERÍODO VERANO-OTOÑO EN ALICANTE	114
FIGURA 60. TEMPERATURA MEDIA A LO LARGO DEL AÑO EN GRANADA	115

FIGURA 61. TEMPERATURA SECA Y HUMEDAD RELATIVA A LO LARGO DEL AÑO EN GRANADA	116
FIGURA 62. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERIODO INVIERNO-PRIMAVERA EN GRANADA	116
FIGURA 63. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERÍODO VERANO-OTOÑO EN GRANADA	117
FIGURA 64. TEMPERATURA MEDIA A LO LARGO DEL AÑO EN ALBACETE	117
FIGURA 65. TEMPERATURA SECA Y HUMEDAD RELATIVA A LO LARGO DEL AÑO EN ALBACETE	118
FIGURA 66. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERIODO INVIERNO-PRIMAVERA EN ALBACETE	119
FIGURA 67. IRRADIACIÓN SOLAR Y NECESIDAD DE SOMBREAMIENTO EN EL PERÍODO VERANO-OTOÑO EN ALBACETE	119
FIGURA 68. DIAGRAMA MODELO DE LAS PIRÁMIDES INVERTIDAS	120
FIGURA 69. ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	121
FIGURA 70. INFOGRAFÍA 3D DE LA FACHADA NORTE DE LA VIVIENDA	122
FIGURA 71. INFOGRAFÍA 3D DE LA FACHADA SUR DE LA VIVIENDA	122
FIGURA 72. INFOGRAFÍA 3D DE LA FACHADA SUR DE LA VIVIENDA	123
FIGURA 73. PLANO DE LA VIVIENDA	123
FIGURA 74. ESTRATEGIAS PASIVAS DE MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	124
FIGURA 75. ESTRATEGIAS PASIVAS DE CALEFACCIÓN SOLAR	125
FIGURA 76. ESTRATEGIAS PASIVAS DE CALEFACCIÓN SOLAR	126
FIGURA 77. CAPAS QUE FORMAN LOS PANELES COMPOPLAK.	127
FIGURA 78. FIJACIÓN MECÁNICA DE PANEL HORIZONTAL (IZQDA.) Y PANEL VERTICAL (DCHA.) A ESTRUCTURA DE MADERA	128
FIGURA 79. UNIÓN DE PANELES MEDIANTE SOLDADURA QUÍMICA: MALLA DE FIBRA DE VIDRIO + RESINA DE POLIÉSTER (IZQDA.) Y PLETINA DE UNIÓN ENTRE PANELES POR EL INTERIOR (DCHA.)	129
FIGURA 80. TRASDOSADO DE PYL MEDIANTE RASTRELES DE MADERA	130
FIGURA 81. DETALLE CONSTRUCTIVO DE FACHADA VENTILADA CON COMPOPLAK	130
FIGURA 82. MAQUETA DE CUBIERTA INCLINADA CON COMPOPLAK SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA	131
FIGURA 83. DETALLE CONSTRUCTIVO 3D DE CUBIERTA PLANA CON COMPOPLAK SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA	131

FIGURA 84. DETALLE CONSTRUCTIVO 3D DE CUBIERTA PLANA CON COMPOPLAK SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA _____	132
FIGURA 85. COMPOSICIÓN CERRAMIENTO DE FACHADA _____	134
FIGURA 86. COMPOSICIÓN CERRAMIENTO DE CUBIERTA _____	135
FIGURA 87. MODELADO DE LA VIVIENDA EN HULC (VISTA FACHADAS SUR Y ESTE) ____	136
FIGURA 88. MODELADO DE LA VIVIENDA EN HULC (VISTA FACHADAS NORTE Y OESTE) ____	136
FIGURA 89. DEFINICIÓN DE NUEVO CAUDAL DE VENTILACIÓN EN HULC _____	137
FIGURA 90. DEFINICIÓN DE PROTECCIONES SOLARES PARA HUECOS DE VENTANA ____	137
FIGURA 91. MODIFICACIÓN DE CORRECTOR DEL FACTOR SOLAR INSTALADO _____	138
FIGURA 92. GENERACIÓN DE SISTEMA DE AEROTERMIA _____	142
FIGURA 93. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA B4 _____	143
FIGURA 94. HERRAMIENTA DE CÁLCULO ONLINE PARA DIMENSIONADO DE SISTEMAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS _____	144
FIGURA 95. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA CON SISTEMA DE PANELES SOLARES EN ZONA CLIMÁTICA B4 _____	145
FIGURA 96. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA C3 _____	150
FIGURA 97. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA CON SISTEMA DE PANELES SOLARES EN ZONA CLIMÁTICA C3 _____	151
FIGURA 98. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA EN ZONA D3 _____	155
FIGURA 99. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDA CON SISTEMA DE PANELES SOLARES EN ZONA D3 _____	156

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. EMISIONES TOTALES BRUTAS DE GEI (EN KT DE CO ₂ EQUIVALENTE).	23
TABLA 2. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA NATURALEZA PARA LA PROYECCIÓN DE EDIFICIOS	50
TABLA 3. CUADRO DE SUPERFICIES	124
TABLA 4. CAUDALES MÍNIMOS PARA VENTILACIÓN DE CAUDAL CONSTANTE EN LOCALES HABITABLES	132

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1.EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DESDE 1990 HASTA 2015 EN ESPAÑA.	23
GRÁFICA 2.EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD PRIMARIA EN ESPAÑA Y LA UE _____	30
GRÁFICA 3.EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD FINAL EN ESPAÑA Y LA UE _____	31
GRÁFICA 4.REPRESENTATIVIDAD EN ESPAÑA DEL SECTOR EDIFICIOS EN LA DEMANDA ENERGÉTICA AÑOS 2000-2014 _____	56
GRÁFICA 5.BALANCES DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR SECTORES EN ESPAÑA. ____	57
GRÁFICA 6.CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL EN ESPAÑA (AÑO 2014) ____	58
GRÁFICA 7.PÉRDIDAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA B4 _____	139
GRÁFICA 8.GANANCIAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA B4 _____	140
GRÁFICA 9.PÉRDIDAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA B4 _____	140
GRÁFICA 10.GANANCIAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA B4 ____	141
GRÁFICA 11.DEMANDA MENSUAL TOTAL DE ENERGÍA DE VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA B4 141	
GRÁFICA 12.PÉRDIDAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA C3 _____	146
GRÁFICA 13.GANANCIAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA C3 _____	147
GRÁFICA 14.PÉRDIDAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA C3 _____	147
GRÁFICA 15.GANANCIAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA C3 ____	148
GRÁFICA 16.DEMANDA MENSUAL TOTAL DE ENERGÍA DE VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA C3 149	
GRÁFICA 17.PÉRDIDAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA D3 _____	152
GRÁFICA 18.GANANCIAS CALEFACCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA D3 _____	152
GRÁFICA 19.PÉRDIDAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA D3 _____	153
GRÁFICA 20.GANANCIAS REFRIGERACIÓN DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA D3 ____	153
GRÁFICA 21.DEMANDA MENSUAL TOTAL DE ENERGÍA DE VIVIENDA EN ZONA CLIMÁTICA D3 154	

GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A.A: Aire Acondicionado.

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology.

CEE: Comunidad Económica Europea.

CO₂: Dióxido de carbono.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DEE: Directiva de Eficiencia Energética.

EPA: Environmental Protection Agency.

EPBD: Energy Performance of Buildings Directive (siglas en inglés de la DEE).

GEI: Gases de efecto invernadero.

HULC: Herramienta Unificada Lider-Calener.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

IVE: Instituto Valenciano de la Edificación.

ISO: International Organization for Standardization.

LEED: Leadership in Energy & Environmental Design.

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

UE: Unión Europea.

1 INTRODUCCIÓN

La situación normativa actual apuesta por un modelo de construcción más eficiente y sostenible (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010), pidiendo cada vez mayores exigencias en cuanto a las características de los edificios se refiere.

Mediante la aplicación de diversas estrategias de diseño (tales como la orientación, la forma y distribución interior, etc.), es posible reducir la demanda de energía del edificio, pudiendo conseguir un edificio de consumo casi nulo (en adelante nZEB; concepto que se define en el apartado 5.3.2 del presente trabajo). Si además se hace uso de materiales sostenibles y disponibles a nivel local, se estará contribuyendo a reducir el impacto ambiental del inmueble, consiguiendo que este sea a la vez que eficiente, sostenible y bioclimático.

Con la situación actual dirigiéndose hacia un modelo de construcción más eficiente y sostenible, se ha decidido crear un caso práctico de vivienda unifamiliar en primer lugar, eficiente, de manera que su demanda de energía resulte muy reducida en comparación con una vivienda de construcción tradicional; además, debido a la concienciación con el problema climático y medioambiental en el que nos encontramos, yendo más allá de las exigencias actuales, se plantea el caso para que la vivienda diseñada sea autosuficiente. Para ello, se hará uso de estrategias de diseño para mejorar su eficiencia y su comportamiento frente a las condiciones climáticas dadas, además de instalar sistemas de generación de energía renovables para cubrir la escasa demanda que necesite el edificio.

Para realizar un estudio más pormenorizado, se ha decidido centrar la ubicación dentro de la provincia de Alicante, analizando el comportamiento del edificio para las zonas climáticas presentes en dicha provincia.

Más concretamente, el caso planteado alberga la particularidad de encontrarse en una zona rural en la que no existen redes de suministro. Por este motivo, resulta

necesario el uso de energías renovables para poder autoabastecer la vivienda y obtener la energía necesaria para cubrir las necesidades existentes.

Finalmente se estudiará el comportamiento del edificio en cada una de las zonas climáticas propuestas, analizando su versatilidad y comprobando si es válido para los escenarios planteados.

2 OBJETIVOS

Se procede a continuación a exponer los objetivos e intenciones del desarrollo de este proyecto.

2.1 Objetivo general

El presente trabajo tiene como objetivo principal el estudio y análisis de las diferentes estrategias en materia de eficiencia energética, para después escoger la combinación que se considere más beneficiosa y aplicarla de forma práctica en el diseño de una vivienda unifamiliar con el fin de que esta pueda ser autosuficiente y eficiente en el consumo de energía. Se pretende con ello comprobar la viabilidad del caso propuesto y promover un mayor uso de este tipo de edificios.

2.2 Objetivos específicos

De forma complementaria, existen una serie de objetivos específicos sin los cuales el principal no podría cumplirse satisfactoriamente. Dichos objetivos son los siguientes:

- Adquirir nuevos conocimientos sobre la eficiencia energética y la arquitectura bioclimática y sostenible.
- Revisar el marco normativo existente en materia de eficiencia energética, tanto a nivel europeo como a nivel nacional, para aplicar correctamente las medidas necesarias al caso práctico.
- Analizar las estrategias de eficiencia energética más importantes y estudiar cuáles son las más favorables, según los condicionantes establecidos.
- Diseñar, a partir de la selección previa de estrategias, una vivienda con una demanda de energía muy baja, y cubrir dicha demanda mediante el uso de fuentes de energía renovables.
- Estudiar las consecuencias de ubicar la misma vivienda en diferentes emplazamientos de la provincia de Alicante (con distintas zonas climáticas).

- Obtener la certificación energética de la vivienda para todos los escenarios planteados.
- Desarrollar conclusiones personales sobre lo aprendido durante la elaboración del proyecto.

3 METODOLOGÍA

Para la consecución de los objetivos planteados y el correcto desarrollo de este trabajo se ha realizado, en primer lugar, una labor de búsqueda y análisis de fuentes bibliográficas, inicialmente normativas y posteriormente teóricas.

Las fuentes consultadas han sido de la siguiente índole:

- Directivas europeas y transposiciones / normativas a nivel nacional.
- Bases de datos estadísticos nacionales e internacionales (Climate Consultant, IDAE, International Energy Agency, etc.).
- Trabajos académicos (Tesis doctorales, Proyectos final de Grado, etc.).
- Publicaciones y artículos de revistas científicas.
- Información en páginas web y documentos digitales.
- Libros y manuales sobre eficiencia energética, autosuficiencia, bioclimatismo, etc.
- Fichas técnicas de fabricantes.
- Manuales técnicos de las aplicaciones informáticas empleadas (por ejemplo: Manual de usuario de la Herramienta Unificada Lider-Calener).

Una vez realizada la búsqueda de referencias y realizado su análisis y estudio pertinente, se procede a plantear el caso práctico, siguiendo los pasos que se detallan a continuación:

- Diseño de vivienda unifamiliar teniendo en cuenta la selección de estrategias planteada.
- Modelado del edificio objeto con la Herramienta Unificada Lider-Calener (en adelante, HULC).
- Estudio del comportamiento del edificio diseñado en todas las zonas climáticas de la provincia de Alicante.
- Obtención de certificación energética para todos estos casos.

- Cálculo de la demanda de la vivienda objeto para los escenarios propuestos. En base a esto, selección de los sistemas de climatización y fuentes de energía necesarios para cubrir dicha demanda.
- Cálculo del consumo final de la vivienda en los casos planteados, y valoración económica del coste total de esta.
- Análisis de resultados y comparación con el método tradicional de construcción.

4 MARCO NORMATIVO

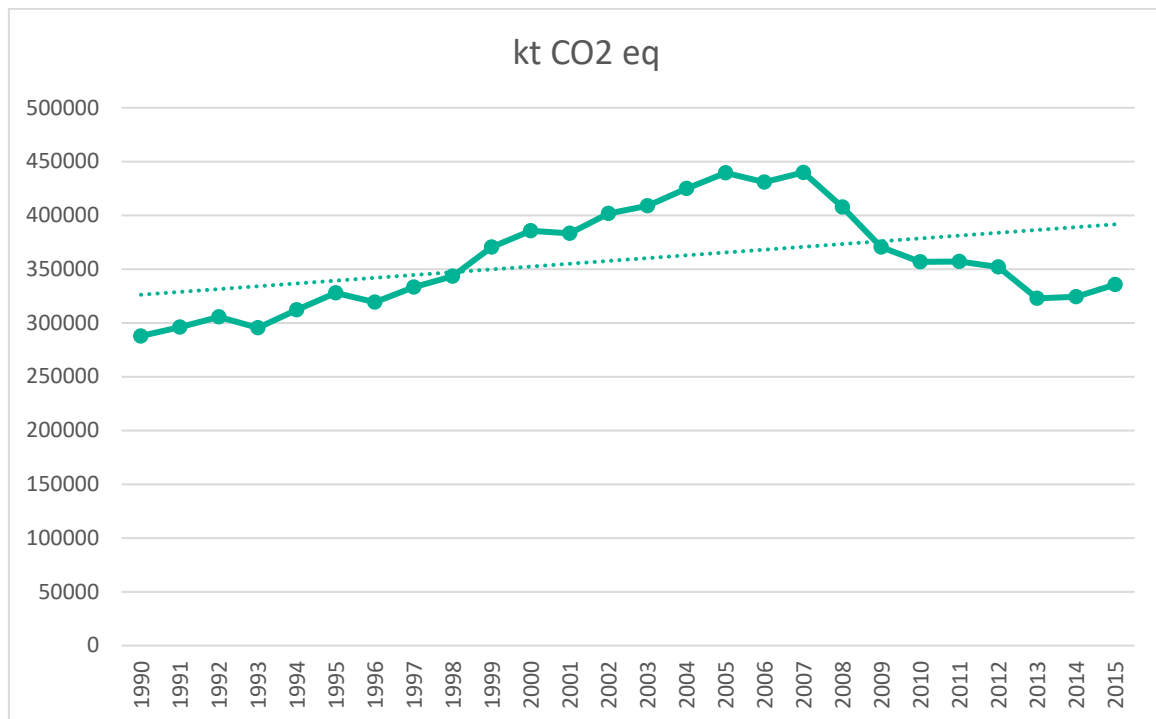
Como se ha mencionado anteriormente, los daños que está sufriendo el medioambiente en los últimos años resultan cuanto menos inquietantes.

Con respecto a las emisiones de GEI, el aumento exponencial provocado recientemente tiene un alto impacto medioambiental, a la vez que desencadena otras consecuencias perjudiciales para el planeta (efecto invernadero, calentamiento global, etc.) A continuación podemos observar su evolución desde el año 1990 hasta 2015.

	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015
Emisiones GEI	287.828	327.885	385.588	439.556	356.761	322.874	324.215	335.662

Tabla 1. Emisiones totales brutas de GEI (en kt de CO₂ equivalente).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente.



Gráfica 1. Evolución de las emisiones de GEI desde 1990 hasta 2015 en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente.

Además, influye el factor económico, puesto que los países que no disponen de fuentes de energía en su territorio se ven obligados a importarla, quedando expuestos a la incertidumbre y dependiendo de la variabilidad de precios que dispongan los países productores de energía. Además, las energías fósiles son cada vez más escasas, por lo que su precio aumenta; esto, sumado al alto poder contaminante de estas fuentes de energía, provoca que cada vez sea menos atractiva su explotación.

Por este y otros motivos, se han intentado tomar medidas correctoras para paliar dichos impactos sobre el planeta. Para ello, se han ido aplicando modificaciones sobre la normativa existente. Concretamente en el sector constructivo, los niveles de exigencia con respecto a la eficiencia energética de los edificios son cada vez más altos, requiriendo que estos tengan una menor demanda de energía; al mismo tiempo que se fomenta un mayor uso de las energías renovables, siempre y cuando la implantación de estas se realice dentro de un contexto de limitación de consumo de energía total.

A continuación se procede a analizar el contexto normativo existente con respecto a esta temática, tanto a nivel europeo, como su adaptación al marco normativo estatal.

4.1 Normativa europea

La Unión Europea (en adelante, UE) consume una quinta parte de la energía a escala mundial, pero las reservas de energía de las que dispone son relativamente escasas. Esto provoca que gran parte de la energía consumida tenga que ser importada de otros países, con el importante gasto económico que ello conlleva (Comisión Europea, 2017, p. 2).

Por este motivo, desde hace unos años la UE ha apostado por explotar las diferentes fuentes de energía renovables, a la vez que se está mejorando la eficiencia energética del parque inmobiliario existente y de nueva construcción. De esta manera se pretende conseguir el mismo nivel de confort en los edificios con la menor cantidad de energía posible.

Asimismo, mediante el uso de energías renovables se reducirían en buena parte las emisiones de GEI, contribuyendo así a paliar este importante problema que agrava cada vez más el efecto invernadero y el calentamiento global del planeta, entre otros inconvenientes.

Por todo lo expuesto, la UE ha ido desarrollando diferentes directivas para conseguir mejorar la eficiencia energética del parque de edificaciones existente, así como asegurar que los edificios de nueva construcción sean eficientes y se construyan de manera sostenible.

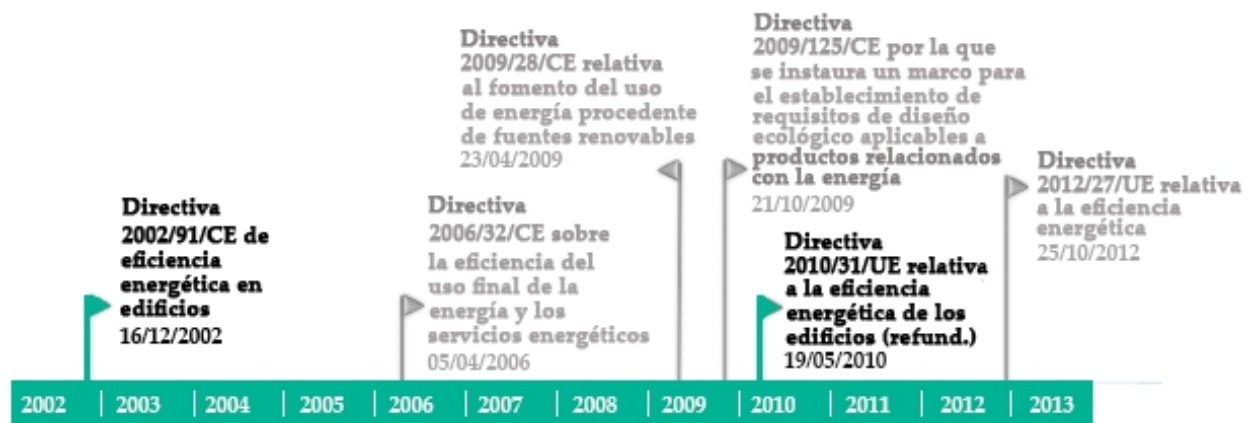


Figura 1. Principales Directivas europeas con respecto a edificios.

Fuente: (EPISCOPE, 2014, p. 4).

El punto de partida lo encontramos en la *DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios* (DEEE o EPBD por sus siglas en inglés, Energy Performance of Buildings Directive). (Parlamento Europeo & Europea, 2003)

Esta Directiva surge pocos años después del Protocolo de Kyoto celebrado en 1997 (Naciones Unidas, 1998), el cual establecía como objetivo reducir las emisiones de CO₂ (fomentando la eficiencia energética de los edificios, entre otras medidas). La directiva marca como objetivo reducir las emisiones de CO₂ en un 8% para 2010. Para ello, establece unos requisitos mínimos de eficiencia energética para edificios

de nueva construcción (endurecimiento de las exigencias técnicas), así como la obligatoriedad de realizar su certificación energética.

Asimismo, para mejorar la eficiencia energética de los edificios existentes, la Directiva obligaba a realizar una inspección periódica de los sistemas de climatización en dichas edificaciones, además de estar obligados también a disponer de certificación energética en caso de realizar alguna operación venta o alquiler del inmueble.

Posteriormente, en el año 2006 surge la *DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo*. (Parlamento Europeo & Europea, 2006)

Esta directiva plantea como objetivo principal conseguir un ahorro energético del 9 % en el noveno año después de la publicación de la directiva; es decir, para 2015. Cada estado miembro podrá implantar sus propias medidas de mejora para alcanzar el objetivo propuesto.

Los distribuidores de energía deberán proporcionar la información estadística sobre sus clientes finales una vez al año para poder decidir correctamente las medidas de mejora de la eficiencia energética.

Además, los estados miembros también deben asegurarse de que se realicen las auditorías energéticas pertinentes.

En el año 2009, se publica la *DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. (Parlamento Europeo & Europea, 2009b)

En esta directiva se plantean los siguientes objetivos:

- o Desarrollar las energías procedentes de fuentes renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Conseguir para el año 2020 que un 20% del consumo total de energía de la UE proceda de fuentes renovables (10% para transporte). Para alcanzar este objetivo, los estados miembros pueden aplicar diferentes medidas:

- Sistemas de apoyo
- Mecanismos de cooperación entre distintos estados miembros y con terceros países para alcanzar sus objetivos globales nacionales.

Ese mismo año, se crea la *DIRECTIVA 2009/125/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de octubre de 2009 por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (refundición)*. (Parlamento Europeo & Europea, 2009a)

Esta directiva sustituye a la 2005/32/CE (Parlamento Europeo & Europea, 2005), puesto que, como tenía que sufrir modificaciones para incluir todos los productos relacionados con la energía, se procedió a su refundición.

La norma establece los requisitos de diseño ecológico para los productos relacionados con la energía, de manera que exista su libre circulación en el mercado.

Años después, la directiva 2002/91/CE fue refundida, dando lugar así a la *DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios*. (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010)

La directiva introduce por primera vez el concepto de “Edificios de consumo energético casi nulo” (en adelante nZEB), y establece que todos los edificios de nueva construcción deberán ser de estas características para el año 2020 (2018 para edificios públicos)

Quedan exentos de este requisito:

- Edificios protegidos.
- Edificios utilizados como lugares de culto.
- Edificios provisionales con un plazo de uso de 2 años o menos.

Otra de las diferencias con respecto a la directiva de 2002 es la regulación de los certificados de eficiencia energética; con esta regulación se obliga a detallar más los certificados, incluyendo los requisitos mínimos de eficiencia energética y recomendaciones para mejorar la calificación. Además, se propone opcionalmente añadir información sobre el consumo anual de energía (para edificios de carácter no residencial), así como un estudio económico de amortización para estimar la rentabilidad de la inversión realizada en las mejoras.

Ya con la directiva de 2002 se obligaba a los edificios que se fueran a construir, vender o alquilar, a que dispusieran de certificado de eficiencia energética; con esta refundición se obliga a tenerlo también a los edificios ocupados por una autoridad (de más de 500 m²) y frecuentados por público.

Mostrar el certificado será de obligación para edificios públicos de más de 250 m² (desde el 9 de julio de 2015).

Finalmente, en operaciones de venta o alquiler, los dueños del bien inmueble en cuestión están obligados a incluir su calificación energética en los anuncios que pongan.

Por último, se creó la *DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE*. (Parlamento Europeo & Europea, 2012)

Esta directiva establece un marco común de medidas para los países miembros de la Unión Europea con el fin de asegurar que se cumpla el objetivo del “triple 20”, que consiste en:

- Reducir las emisiones de GEI en un 20 % con respecto a las cifras de 1990. (si se alcanza un acuerdo la reducción podría ser de hasta el 30%).
- Obtener al menos el 20 % del consumo energético a partir de fuentes de energía renovables, además de cubrir el 10 % de las necesidades del transporte con biocombustibles.

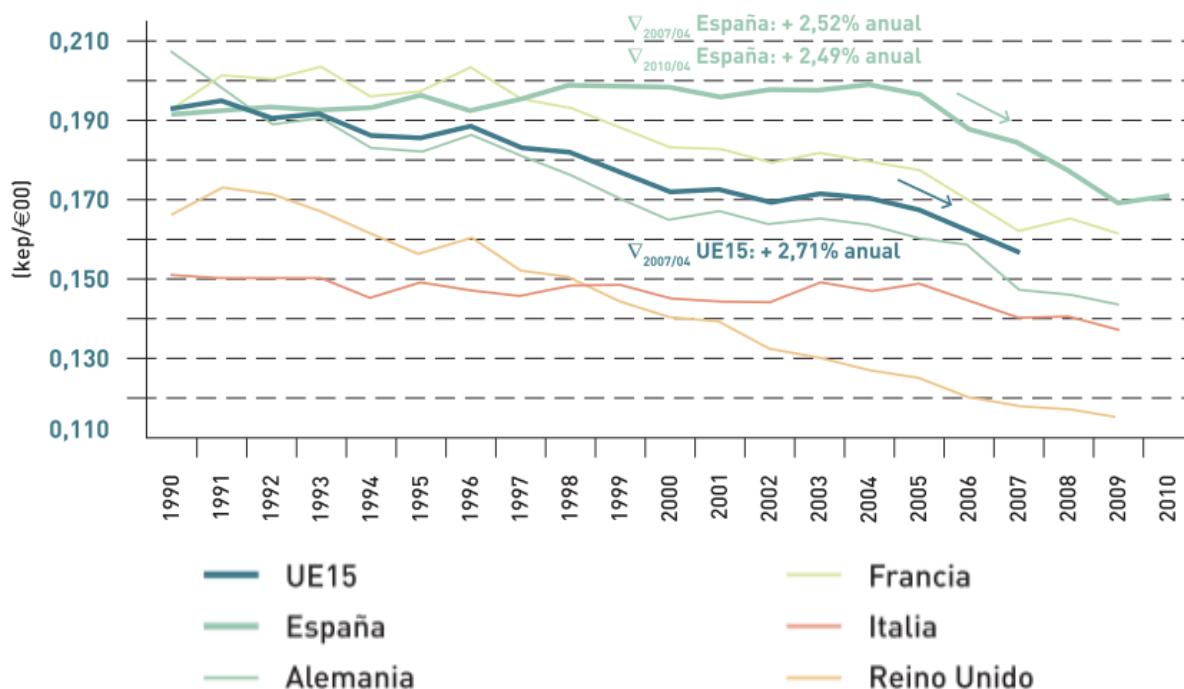
- Reducir un 20 % el consumo energético respecto a las cifras proyectadas para el 2020.

Además, obliga a que al menos un 3% de los edificios públicos de más de 500 m² sean renovados.

4.2 Normativa española

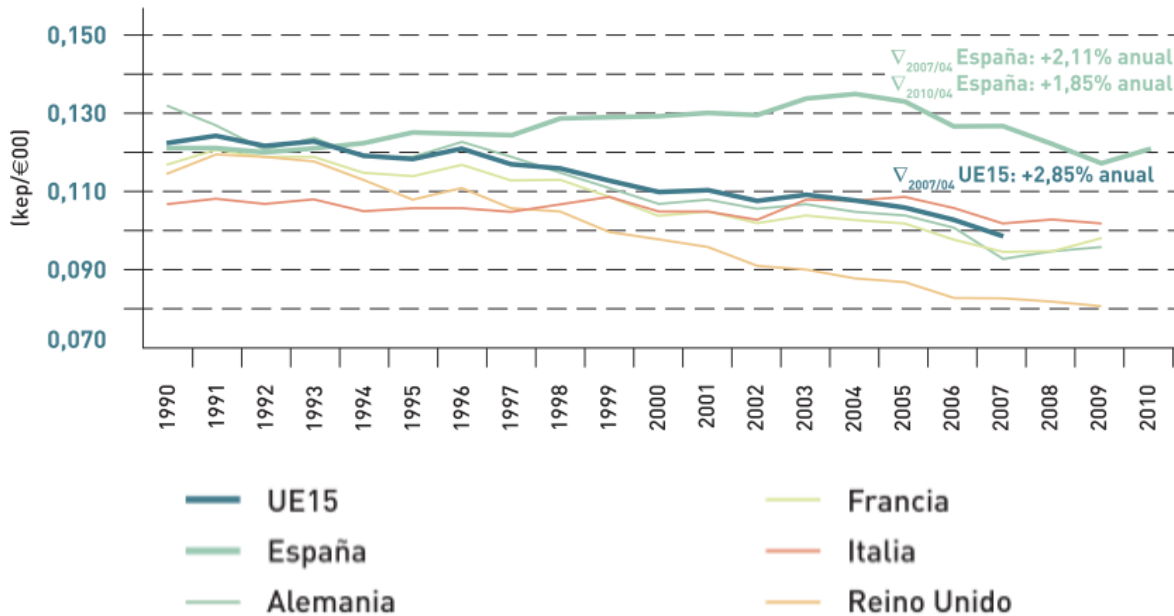
En España, la construcción estuvo regulada mediante las Normas MV (realizadas por el Ministerio de Vivienda) hasta 1977, año en el que se aprueba el Real Decreto 1650/1977 (Ministerio de Vivienda, 1977) en el que se desarrollan las Normas Básicas de la Edificación (NBE). La norma en la que se empezaron a definir las exigencias en términos de confort térmico fue la NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios (Ministerio de obras públicas y urbanismo, 1979).

Posteriormente, se aprueba la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) (Jefatura del Estado, 1999), en la que se exige la redacción de unas nuevas normas de edificación que sustituyan a las NBE. Sin embargo, durante esos años, mientras que en muchos países de la Unión Europea ya se comienza a hacer un esfuerzo por reducir su consumo de energía, España se encuentra en pleno “boom” del sector de la construcción, por lo que no solo no se reduce el consumo, sino que este se incrementa.



Gráfica 2. Evolución de la intensidad primaria en España y la UE

Fuente: “Plan de Energías Renovables 2011-2020” (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2011, p. 31)



Gráfica 3. Evolución de la intensidad final en España y la UE

Fuente: “Plan de Energías Renovables 2011-2020” (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2011, p. 37)

No es hasta el año 2006, coincidiendo con el inicio de la crisis económica, cuando se procede a realizar la primera transposición de parte de la Directiva europea 2002/91/CE; aparece así el *Real Decreto 314/2006* (Ministerio de Vivienda, 2006), mediante el que se aprueba el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE).

El CTE está formado por diferentes Documentos Básicos (DB). Las exigencias básicas en materia de ahorro de energía es el DB-HE, que a su vez se encuentra dividido en cinco partes:

- DB-HE 1. Limitación de la demanda energética.
- DB-HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- DB-HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- DB-HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- DB-HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía.



Figura 2. *Transposición de Directiva 2002/91/CE a normativa española*

Fuente: (López Davó & García-Quismondo Cartes, 2018)

Sin embargo, para actualizar los requisitos y adaptarlos a las nuevas exigencias de la Directiva refundida (2010/31/UE), en 2013 apareció la *Orden FOM/1635/2013, por la que se actualiza el Documento Básico DB HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo* (Ministerio de Fomento, 2013).



Figura 3. *Transposición de Directiva 2010/31/UE a normativa española*

Fuente: (López Davó & García-Quismondo Cartes, 2018)

Esta Orden modifica el DB-HE en diversos aspectos, pero el más remarcable es que se añade un nuevo apartado, el DB-HE 0. *Limitación del consumo de energía.*

En 2007, aparece el REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento De Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). (Ministerio de la Presidencia, 2007a)

Este reglamento sustituye al RITE existente del año 1998, y establece unos requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de agua caliente sanitaria (en adelante, ACS), calefacción y climatización.

Las condiciones que se requieren son las siguientes:

- Mayor rendimiento de generadores y equipos de movimiento de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.

- Utilización de energías renovables (sobre todo energía solar y biomasa).
- Empleo de recuperadores de calor
- Obligatoriedad de sistemas de contabilización de consumo en instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Sin embargo, tras la transposición de la Directiva 2010/31/UE y la exigencia de someter las instalaciones a revisiones periódicas en periodos no superiores a 5 años, resultó necesario realizar algunas modificaciones en el Reglamento de Instalaciones Térmicas. Por lo tanto, se procedió a desarrollar el Real Decreto 238/2013, en el que se modifican algunos artículos del RITE aprobado por el Real Decreto 1027/2007.

Finalmente, las Comunidades Autónomas pueden añadir requisitos adicionales a los establecidos en los Reales Decretos, puesto que su reglamentación es de carácter básico.

Ese mismo año, se redacta también *el Real Decreto 47/2007*, (Ministerio de la Presidencia, 2007b) estableciendo así un procedimiento a seguir a la hora de realizar la certificación energética de los edificios.

Este decreto fue refundido por el *REAL DECRETO 235/2013* (Ministerio de la Presidencia, 2013), que incorpora el procedimiento para la certificación de edificios existentes.

Con esta regulación, todos los propietarios que quieran vender o alquilar su vivienda, están obligados a poner a disposición de los posibles compradores o arrendadores el certificado de eficiencia energética. Dicho certificado debe incluir información sobre las características energéticas del edificio y, en el caso de edificios existentes, también se deben añadir recomendaciones para mejorar su eficiencia.

Asimismo, se requiere que haya un sistema de control para asegurar que los certificados se realizan en los casos necesarios.

Además, tal y como establecía la Directiva 2010/31/UE, este Real Decreto exige que todos los edificios de nueva construcción sean de consumo de energía casi nulo para 2020 (2018 para edificios públicos).

El RD 235/2013, se ha visto modificado por el Real Decreto 564/2017 (Ministerio de la Presidencia, 2017) en su disposición adicional segunda, en la que se añade que será el CTE el que establezca los requisitos mínimos que deban cumplir los edificios nZEB.

Tal y como establece la Directiva 2010/31/UE *“Los requisitos mínimos de eficiencia energética se revisarán periódicamente a intervalos no superiores a cinco años y, en caso necesario, se actualizarán con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción”*. (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010 Art. 4.1. Párrafo 6) Por consiguiente, en los últimos años, el DB-HE ha sufrido diversos cambios:

- En 2016 se dio a trámite el Proyecto de Orden Ministerial de modificación del DB-HE y DB-HS (Ministerio de Fomento, 2016c). Este proyecto se elabora *“para la consecución de las exigencias de eficiencia energética establecidas en el Documento Básico DB-HE, derivadas de la trasposición de la Directiva 2010/31/UE, y para la convergencia con el nuevo procedimiento para la certificación energética de edificios”* (Ministerio de Fomento, 2016c, p. 2).
- El pasado 2017 se realizaron nuevos cambios, tanto en el DB-HE como en el DB-HS, mediante la Orden FOM/588/2017 (Ministerio de Fomento, 2017c). En el caso del DB-HE, se ha incorporado la definición de nZEB y se han modificado algunos apartados.
- Finalmente, está prevista una nueva actualización del DB-HE para antes de septiembre de 2018 (Ministerio de Fomento, 2016a) en el que se prevé que se adapten las exigencias con el fin de que todos los edificios de nueva construcción sean nZEB.

Además, también existe un documento de bases para dicha actualización (Ministerio de Fomento, 2016b), en el que se muestran las exigencias que se actualizarán en esta última modificación del DB-HE.

A continuación se muestran las exigencias e indicadores del DB-HE de 2013 en comparación con el previsto para 2018:

DB-HE 2013	
HE0 Limitación del consumo energético	
Consumo de energía primaria no renovable	
– Edificios nuevos. Vivienda	Consumo de energía primaria no renovable (EP nren)
– Edificios nuevos. Terciario	Calificación en consumo de energía primaria no renovable
– Edificios existentes	
– Espacios abiertos permanentemente	
HE1 Limitación de la demanda energética	
Demanda energética	
– Edificios nuevos. Vivienda	Demanda de calefacción (Dcal)
	Demanda de refrigeración (Dref)
– Edificios nuevos. Terciario	Ahorro de la demanda conjunta s/ edificio de referencia (%)
– Edificios existentes	Demanda conjunta inferior a la del edificio de referencia (Do)
Calidad de la envolvente térmica	
– Calidad térmica mínima	Transmitancia térmica (U) límite
– Limitación de descompensaciones	Transmitancia térmica (U) límite
Limitación de la merma de prestaciones de la envolvente térmica	
Riesgo de condensaciones	
HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas	
HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	
HE4 Contribución solar mínima de ACS	
HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	

Figura 4. Exigencias e indicadores del DB-HE 2013

Fuente: Documento de bases para la actualización del DB-HE (Ministerio de Fomento, 2016b)

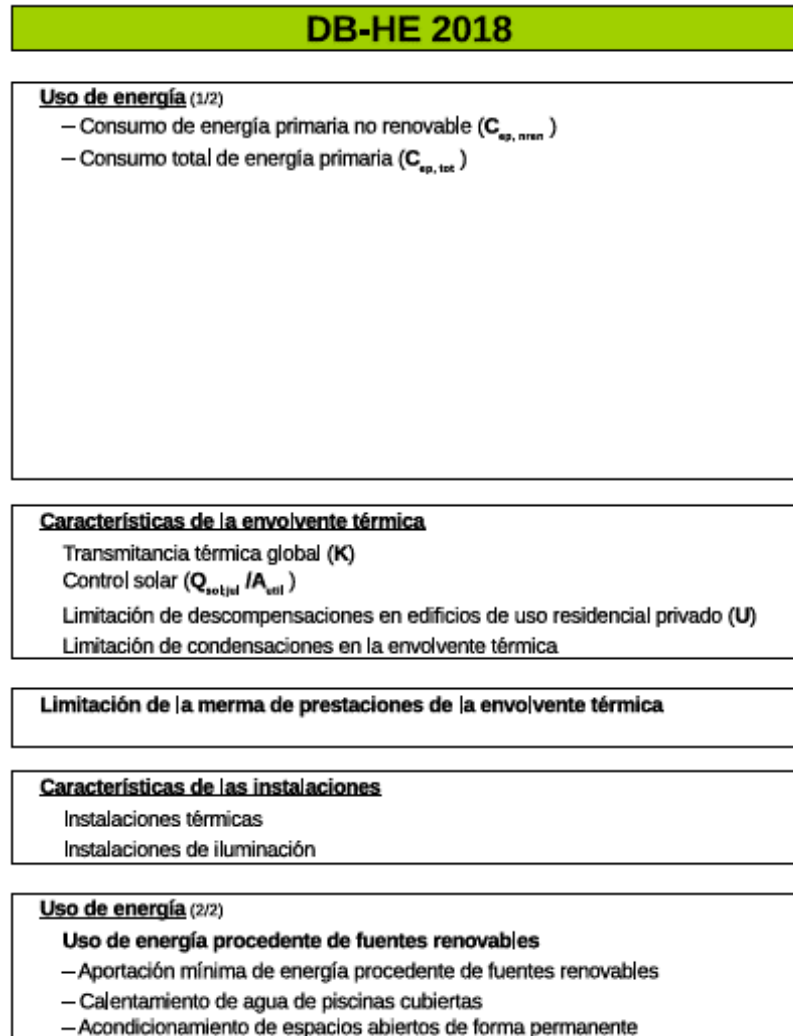


Figura 5. Exigencias e indicadores del DB-HE 2018

Fuente: Documento de bases para la actualización del DB-HE (Ministerio de Fomento, 2016b)

Tal y como se puede apreciar, la normativa ha evolucionado implementando exigencias cada vez más restrictivas con el fin de conseguir edificios cada vez más eficientes. Por este motivo resulta interesante el desarrollo del concepto nZEB, puesto que la evolución de la normativa va encaminada en esa dirección.

5 MARCO TEÓRICO. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DE EDIFICIOS NZEB

5.1 La arquitectura bioclimática aplicada a los nZEB

Según diversos autores (Baker & Steemers, 2000; Caamaño Martín et al., 2004; De Garrido, 2009, 2012, 2013; Guzowski, 2010; Hammann, 2013; Neila González, 2000; Neila González & Acha Román, 2009; Olgyay, Frontado & Clavet, 1998; Serra, 1999) se puede formular que la arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios y entornos urbanos a través del uso de estrategias pasivas de diseño, teniendo en cuenta los condicionantes del entorno tales como climatología, topografía del terreno, etc., y aprovechando los recursos naturales disponibles.

El concepto de arquitectura bioclimática ha estado presente en la sociedad desde la misma Antigüedad. Miles de años atrás, Vitruvio ya escribió:

“Muy distinta es la forma de construir en Egipto, en España, en el Ponto, en Roma e igualmente en regiones o tierras que ofrecen características diferentes, ya que hay zonas donde la tierra se ve muy afectada por el curso del sol; otras están muy alejadas y otras, en fin, guardan una posición intermedia y moderada.” (Vitruvio Polion, 27-23 a.C. (Traducción año 1995), p. 69 Libro 6, Capítulo 1)

Dado que las condiciones climáticas no son las mismas en todas partes, la arquitectura que puede ser óptima para una localización no es extrapolable a otros lugares con condiciones diferentes. Para poder adaptarse al clima autóctono, en cada zona se han desarrollado soluciones arquitectónicas totalmente diferentes, apareciendo estas en la arquitectura popular de cada lugar.

Con el paso de los años, estos conocimientos se han ido transmitiendo de generación en generación, adaptándose cada vez mejor y sacando el máximo partido a los recursos disponibles.

A lo largo de la geografía española podemos encontrar diferentes ejemplos integrados en la arquitectura popular:

- *Patio andaluz*. Se trata de un patio interior ubicado en el centro del edificio, normalmente con soportales coronados por arcos. Suelen albergar vegetación y elementos con agua, tales como fuentes. De esta manera, se consigue refrescar el ambiente y favorecer la ventilación cruzada en toda la vivienda.



Figura 6. *Patio Centro Andaluz de Flamenco (Jerez de la Frontera)*

Fuente: Elaboración propia

- *Casa cueva*. Vivienda característica de la zona de Granada y otras partes de la geografía española. Al tratarse de una construcción enterrada, la alta inercia térmica de la roca y tierra que la rodean consigue mantener una temperatura estable en el interior a lo largo de todo el año, aun habiendo diferencias de temperatura extremas entre verano e invierno.



Figura 7. Casa cueva en Crevillente (Alicante)

Fuente: (Ayuntamiento de Crevillent, 2018)

- *Molino de viento.* Aunque este no es un ejemplo residencial, también nos muestra cómo históricamente se ha hecho empleo de energías renovables. Se trata de una construcción de uso industrial empleada para la obtención de energía para trabajos de molienda. Los molinos de viento se encuentran ubicados principalmente en Castilla la Mancha.



Figura 8. Molinos de viento de Castilla la Mancha

Fuente: (Grupo Doble R, 2015)

- Hórreo. Esta construcción destinada al almacenaje de grano es típica de Asturias y Galicia, aunque también se puede encontrar en el País Vasco, Cantabria o en las provincias de León y Zamora. Al encontrarse elevado sobre pilares, se protege el grano de la humedad, favoreciendo así su conservación.



Figura 9. Hórreo asturiano

Fuente: (Leyendas asturianas, 2010)

Estos ejemplos muestran cómo históricamente se han diseñado diferentes edificios haciendo uso de estrategias de diseño pasivo, adaptándose de una forma sabia y consecuente a las condiciones climáticas del emplazamiento.

Al emplear este tipo de recursos, se ven reducidos la demanda y el consumo de energía, por lo que se obtienen edificios más eficientes.

5.2 La eficiencia energética aplicada a la construcción de edificios

5.2.1 Introducción

Si históricamente se advierten en diversos ejemplos de arquitectura popular estrategias de diseño pasivo, y se conoce que estas mejoran la eficiencia energética de los mismos, cabe señalar que sería recomendable indagar más en el campo de la eficiencia energética en los edificios y aplicar todas las herramientas posibles para mejorarla, puesto que ello deriva en un mayor confort térmico y un ahorro tanto energético como económico.

Si hablamos de la eficiencia energética como concepto general, podría definirse de la siguiente manera:

“Conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados.”
 (“Glosario | IDAE,” 2017)

Si aplicamos esta definición al ámbito residencial, la eficiencia energética consiste en conseguir reducir la demanda y el consumo de energía, sin que esto afecte al confort en el interior del edificio. Además, sería idóneo que el consumo de la energía que no se pueda evitar, se consiga abastecer mediante fuentes de energía renovables.

Para conseguir que un edificio sea eficiente, hay que tener en cuenta diversos factores, tales como la orientación en función de las condiciones climáticas, las características de los cerramientos para conseguir una buena envolvente, la influencia del entorno, la eficiencia de las instalaciones, etc.

5.2.2 Estrategias de eficiencia energética en edificación

Existen muchas publicaciones actualmente sobre bioclimatismo y eficiencia energética (Alavedra, Domínguez, Gonzalo, & Serra, 1997; BPIE, 2015; De Garrido,

2009, 2012, 2013; Hammann, 2013; López de Asiain Alberich, 2003; Miralles & Costa Durán, 2010; Neila González, 2000; Neila González & Acha Román, 2009; Olgyay, 1963; Wassouf, 2014). Tal y como se ha mencionado anteriormente, en la arquitectura popular a lo largo de los años se ven plasmadas muchas de las medidas que se recomiendan emplear actualmente. La efectividad de estas variará en función del clima en el que se encuentre el edificio; por este motivo, a continuación se clasifican las estrategias empleadas a grandes rasgos en función del clima. Tras consultar varias publicaciones, se decide basar dicha clasificación en la planteada por la arquitecta María López de Asiain en su trabajo para el Diplomado internacional “Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas” (López de Asiain Alberich, 2003), puesto que realiza una investigación muy exhaustiva y detallada de las diferentes zonas climáticas y las estrategias correspondientes.

- Clima cálido seco: Se caracteriza por cambios extremos de temperatura: muy altas durante el día y bajas durante la noche, sin haber mucha variación entre estaciones. Se recomienda escoger ubicaciones que protejan de la radiación solar y de los vientos cálidos, como pueden ser el interior de los bosques, zonas cercanas a masas de agua, etc.

Para reducir la exposición solar se recurre a la generación de sombras mediante asentamientos de disposición irregular, encontrando en ocasiones viviendas semienterradas. Un recurso muy común en este tipo de climas es pintar las superficies expuestas a la radiación de color blanco, para de esta manera reflejar los rayos del sol.

Al existir una gran diferencia entre las temperaturas día-noche, se crean cerramientos con una alta inercia térmica para ralentizar el calentamiento durante el día y mantener una temperatura confortable a medida que avanza la noche.

La colocación de patios interiores con agua y vegetación ayudan a mantener el ambiente fresco durante el día.

Finalmente, los huecos en fachada son pocos, de reducido tamaño y con medios de protección solar como persianas o voladizos.

- Clima cálido húmedo: Existen unas altas temperaturas que no presentan grandes oscilaciones debido a la humedad del ambiente; por este mismo motivo, la sensación térmica resulta mayor.

Son necesarios medios de protección solar como voladizos, celosías, etc., aunque el aspecto más importante es disponer de una buena ventilación para disipar el calor generado por la radiación solar, además de reducir la humedad del ambiente.

La forma más recomendable para los edificios es alargada y estrecha, a la vez que poco compacta, con un elevado factor de forma (término que se desarrollará más adelante) y gran cantidad de huecos ubicados en fachadas opuestas o en diferentes plantas, para facilitar la ventilación.

En climas muy húmedos es aconsejable construir los edificios elevados sobre el terreno, para aprovechar mejor las brisas y reducir posibles daños en caso de inundaciones.

Para este caso la inercia térmica no es una ventaja, puesto que las oscilaciones de temperatura son mínimas.

Se recomienda, al igual que en el clima cálido seco, pintar las fachadas de colores claros para reflejar la radiación solar y evitar el sobrecalentamiento.

- Clima frío: temperaturas bajas o muy bajas durante todo el año. Los edificios se disponen de forma agrupada, para protegerse del viento, o incluso se entierran. Se trata de construcciones muy compactas, para tener el mínimo de superficie expuesta posible, y altamente aisladas.

Interesa situar la edificación orientada al sur y protegerla en su cara norte, para fomentar así la captación solar y evitar la pérdida de calor por las fachadas en las que el sol no incide.

Una alta inercia térmica puede ser beneficiosa, puesto que ayuda a estabilizar la temperatura interior y protege del frío exterior, siempre y cuando no se llegue a interferir en la captación de energía a través de la radiación solar. En este caso interesa pintar las fachadas de colores oscuros para absorber los rayos solares.

Se recomienda un alto grado de compartimentación en las estancias, para así controlar mejor la temperatura interior.

- Climas templados: Son los más complejos, puesto que se trata de una combinación de los anteriores climas mencionados, en diferentes niveles. Uno de los climas templados más representativos es el mediterráneo, el cual se puede considerar como un clima templado-cálido-húmedo, con un verano seco; este clima presenta tres variaciones: el continental, marítimo y de montaña.
 - En los climas mediterráneos continentales se recomienda ubicar los huecos en la cara sur para aprovechar la energía solar en invierno, siempre y cuando dispongan de protección solar para los meses de verano.
 - En climas mediterráneos marítimos el objetivo principal es protegerse de la humedad, para que esta no empeore las condiciones de frío o calor en sus respectivas estaciones. Por ende, debe propiciarse la entrada de radiación solar en invierno y protegerse durante los meses más calurosos; a su vez, hay que facilitar una correcta ventilación para eliminar el exceso de humedad. Las cubiertas y/o fachadas ventiladas pueden resultar de gran utilidad para estos casos, pudiendo refrigerar el edificio en los meses de verano, a la vez que, convirtiéndolas en cámaras estancas durante el

invierno, se puede aumentar la inercia térmica y mantener mejor la temperatura.

- Para climas mediterráneos de montaña el propósito principal es protegerse del frío, sobre todo durante el periodo de invierno. Por consiguiente, son recomendables edificios más compactos y con un mayor grado de aislamiento, así como disponer de ventanales orientados al sur que se puedan proteger durante la noche.

En la provincia de Alicante se encuentran climas entre mediterráneo marítimo y continental, por tanto, será de gran utilidad aplicar las estrategias definidas para estos climas. Con este tipo de medidas se pretende reducir la demanda energética del edificio, consiguiendo ser así más eficiente; de esta manera, se puede llegar a proyectar un edificio nZEB.

5.3 Los edificios nZEB para promover la sostenibilidad

5.3.1 Introducción

La sostenibilidad y la eficiencia energética son conceptos que, aunque son diferentes, resultan complementarios y ambos son necesarios para el mantenimiento de un mejor y más cuidado medio ambiente.

Los edificios nZEB tienen un consumo muy bajo de energía, lo que implica una reducción de las emisiones de GEI y otros gases contaminantes a la atmósfera, además de un importante ahorro económico. Si asimismo en su construcción se prioriza la utilización de materiales locales, el reciclaje y la reducción al mínimo posible del impacto ambiental, nos encontraremos ante un edificio, además de eficiente, sostenible. Más adelante, en el apartado 6 del presente trabajo, se desarrollan las estrategias existentes para conseguir un edificio nZEB.

Desde hace décadas, existen científicos y especialistas que denuncian la pérdida de biodiversidad provocada por muchas de las acciones realizadas por el ser humano; y desarrollan teorías para explicar el estado de vulnerabilidad en el que se encuentra el medio ambiente. (Boullón, 2006, p. 20)

A raíz de esta situación, se comienza a hablar de “desarrollo sostenible”. Se trata este tema en el informe “Our Common Future”¹ (Naciones Unidas, 1987), comúnmente conocido como Informe Brundtland. En él se define el concepto de la siguiente manera:

“Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El concepto de desarrollo duradero implica límites - no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio

¹ “Nuestro Futuro Común”

ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas". (Naciones Unidas, 1987, p. 23)

También se puede definir como *"Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente". (Real Academia Española, 2018)*

Los tres ámbitos fundamentales sobre los que se desarrolla la idea de desarrollo sostenible son: sociedad, economía y medio ambiente.

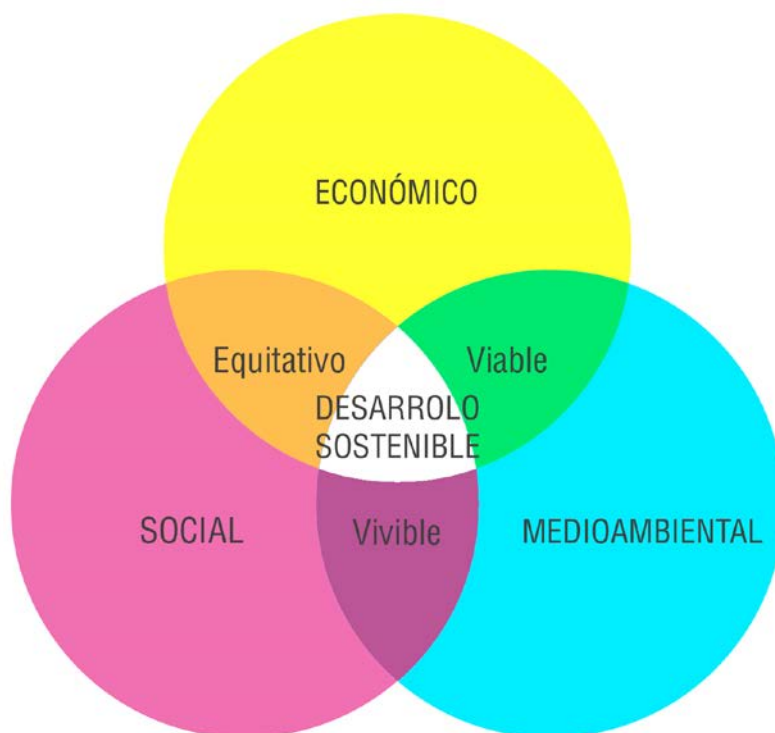


Figura 10. Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible

Fuente: Elaboración propia basada en (Planeta Verde, 2016)

Para conseguir ese equilibrio, se han celebrado en estas últimas décadas diferentes cumbres internacionales con el propósito de llegar a acuerdos y establecer una serie de directrices con el objetivo de intentar detener y revertir el daño causado al medio ambiente. Como uno de los ejemplos más significativos de estos acuerdos, se podría mencionar el Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1998).

Fecha	Publicación importante
58 a de C.	Vitruvio (triángulo medioambiental que relaciona confort, clima y diseño)
1860	John Ruskin (la naturaleza como guía)
1880	William Morris (pequeñas comunidades sostenibles)
1910	Patrick Geddes (ecología de las ciudades)
1930	Frank Lloyd Wright (la naturaleza como inspiración)
1948	Lewis Mumford (el medio ambiente de las ciudades)
1965	Richard Buckminster Fuller (ciudades bioclimáticas)
1970	Ian McHarg (<i>Proyectar con la naturaleza</i>)
1970	Club de Roma (límites al crecimiento)
1987	Directiva 85/383/CEE
1992	Cumbre de Río (integración de energía, ecología y medio ambiente)
1992	Tratado de Maastricht (política medioambiental de la Unión Europea)
1997	Protocolo de Kioto (calentamiento global)
2000	Informe de Urban Task Force (Richard Rogers)
	Conferencia de La Haya (cambio climático)
2002	Conferencia de Johannesburgo (desarrollo sostenible)

Figura 11. Publicaciones y tratados importantes en materia de medio ambiente y sostenibilidad

Fuente: Guía básica de la sostenibilidad (Edwards, 2009, p. 45)

A nivel europeo, tal y como se ha mencionado previamente en el marco normativo, las directivas establecen como objetivo la regla del “triple 20”: conseguir para el año 2020 reducir la emisión de GEI y el consumo de energía un 20% con respecto a los datos de 1990. (Consejo de la Unión Europea, 2007, p. 12)

Con respecto al sector de la construcción, también existen publicaciones que contemplan la sostenibilidad como guía para el diseño de los edificios:

“La edificación sostenible contempla un uso racional del suelo, de los materiales, de la energía que consume, de la gran cantidad de agua que utiliza y una reducción de los residuos que genera” (Neila González & Acha Román, 2009, p. 190)

Para el diseño de edificios sostenibles, en diversas ocasiones se han tomado como referencia patrones y modelos presentes en la naturaleza:

El lenguaje de la naturaleza	Arquitectos/organización	Ejemplo
Aprender de la naturaleza	Feilden Clegg Bradley ECD Thomas Herzog Lucien Kroll	Oficinas del BRE, Watford Centro de visitantes, Slimbridge Pabellón Alemán de la Exposición Universal de Hannover* Ecolonia, Aalphen, Holanda
Utilizar los modelos de la naturaleza para informar el proyecto	Norman Foster Future Systems Santiago Calatrava Ken Yeang Chetwood Associates	Edificio Swiss Re, Londres* London Media Centre, Lord's Cricket Ground Aeropuerto de Bilbao Shangai Armoury Tower, Pudong Supermercado Sainsburys, Greenwich
Utilizar la naturaleza como una herramienta	Richard Rogers Nicholas Grimshaw Michael Hopkins Ted Cullinan	Aeropuerto de Barajas, Madrid* Eden Centre Jubilee Campus, Nottingham Hooke Park, Dorset
Utilizar un sistema de contabilidad ecológica basado en la naturaleza	Novem (Holanda) BRE (Reino Unido) DETR Protocolo de Kioto Green Buildings Council (EE.UU.)	Sistema de Ecoauditoría BREEAM, SEAM Oportunidades para el cambio Comercio de carbono LEED

Tabla 2. Ejemplos de aplicación de la naturaleza para la proyección de edificios

Fuente:(Edwards, 2009, p. 15)

* Se ha escogido un ejemplo de cada categoría de aplicación de la naturaleza en la proyección de edificios, de los cuales a continuación se muestran imágenes junto a una breve descripción y análisis de dicho uso de la naturaleza como referencia.

- PABELLÓN ALEMÁN DE LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE HANNOVER:

Este pabellón se muestra como uno de los ejemplos de aprendizaje de la naturaleza. Ciertamente se aprecian en él unas formas curvas y orgánicas inusualmente presentes en la construcción tradicional. Además, al igual que muchas plantas y ecosistemas, se le ha dotado de unos elementos de protección ante la radiación solar para generar unas condiciones de confort en el interior.



Figura 12. *Pabellón alemán de la Expo 2000 en Hannover*

Fuente: (Wikipedia, 2018)

- EDIFICIO SWISS RE, LONDRES:

Este edificio de oficinas, ideado y diseñado por Norman Foster, recurre de nuevo a unas formas más orgánicas. Asimismo, su estructura la forma una armadura exterior de acero triangulada. Al arriostrarse en diagonal se consigue obtener grandes espacios diáfanos y una fachada completamente acristalada (WikiArquitectura, 2018). Gracias a estas y otras diversas estrategias, este edificio consume un 50 % menos de energía que un edificio de oficinas medio (Edwards, 2009).



Figura 13. Edificio Swiss Re en Londres

Fuente: (Foster + Partners, 2018)

- AEROPUERTO DE BARAJAS, MADRID:

Se emplea este edificio como ejemplo de la utilización de la propia naturaleza como herramienta. Efectivamente, además del uso de formas orgánicas y fluidas como se ha observado en los anteriores ejemplos, en este caso se puede apreciar que el techo interior se ha ejecutado en su mayor parte con lamas de madera natural.



Figura 14. Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas

Fuente: (Madrid Convention Bureau, 2016)

Finalmente, en la clasificación previa realizada por Brian Edwards (Edwards, 2009, p. 15), se hace alusión al uso de métodos o sistemas para contabilizar el grado de adaptación medioambiental y/o sostenibilidad, y así poder clasificar los edificios según los criterios correspondientes. Existen diferentes sellos de calidad, tales como LEED, BREEAM o VERDE (de los cuales se hablará en el apartado 5.6.1. del presente trabajo) entre otros, que analizan la sostenibilidad del edificio desde que se comienza su diseño y posterior ejecución, hasta el final de su vida útil.

De todo lo expuesto se puede concluir que, si se promueve la construcción de edificios nZEB que a su vez sean construidos siguiendo parámetros de bioclimatismo y sostenibilidad, se estará contribuyendo a conseguir los objetivos planteados en los diferentes acuerdos internacionales y directivas.

5.3.2 Definición de nZEB

A raíz de los intentos por parte de la UE de reducción de consumo y aumento de la eficiencia energética surge el concepto “Nearly Zero Energy Building” (nZEB) o “Edificio de Consumo Casi Nulo” (ECCN).

En la Directiva 2010/31/UE encontramos la siguiente definición para un nZEB: *“edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno.”* (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010 Art. 2),

Según esta directiva, para el año 2020, 2018 para edificios públicos, todos los edificios de nueva construcción deberán ser de estas características. Para que se cumpla dicho objetivo, en 2016 la Comisión Europea redactó un documento de recomendaciones con una serie de directrices a aplicar para promover la construcción de edificios nZEB (Comisión Europea, 2016).

Asimismo, en el DB-HE aparece la siguiente definición: *“edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este Documento Básico.”* (Ministerio de Fomento, 2017a, p. 11)

En el documento de bases mencionado en el apartado 4.2 del presente trabajo (Ministerio de Fomento, 2016b), quedan reflejadas las exigencias que se pretenden implementar en la próxima modificación del DB-HE prevista para este mismo año.

Teniendo en cuenta las definiciones previas, se puede afirmar que un edificio nZEB será aquel que tenga una eficiencia energética muy alta. Para obtener dicho nivel de eficiencia, se recurrirá a estrategias de diseño tanto activas como pasivas, de manera que se consiga un nivel de confort térmico en el interior del edificio con el menor consumo de energía posible.

Si bien se ha determinado que un edificio nZEB siempre dispondrá de una alta eficiencia energética, no todo edificio eficiente podrá ser considerado normativamente como nZEB. Cada país de la UE ha desarrollado su propia definición de nZEB (o está pendiente de hacerlo). Por este motivo, cada estado miembro decidirá los requisitos específicos mínimos para que un edificio pueda ser considerado nZEB.

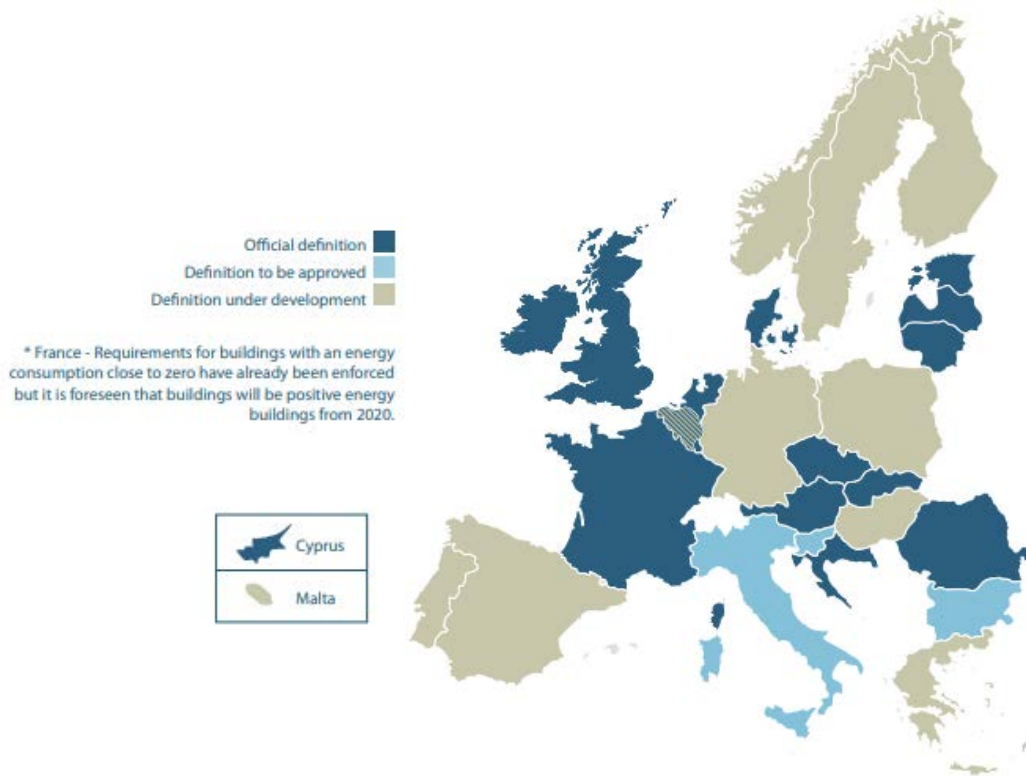


Figura 15. Estado de la definición nZEB para edificios nuevos en la UE en el año 2015

Fuente: (BPIE, 2015)

De esta manera, un edificio que cumpla los requisitos para ser nZEB en un país, puede que en otros lugares de la UE no sea considerado de esta índole.

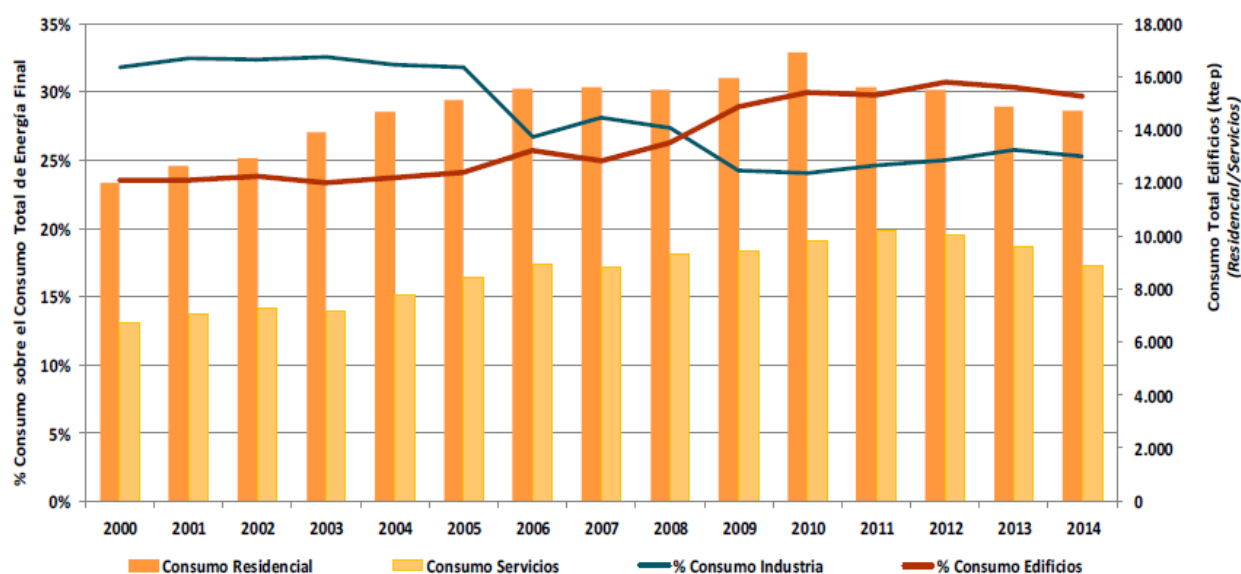
5.3.3 Situación energética a nivel global y su relación con los edificios nZEB

Recientemente, la Comisión Europea redactó un informe (2016) en el que se hace hincapié sobre la necesidad de promover los edificios nZEB, y recomienda una serie de directrices para alcanzar el objetivo de que a finales de 2020 todos los edificios sean de este tipo. Dicho informe apunta que:

“Avances efectuados por los Estados miembros en la implantación de edificios de consumo de energía casi nulo [...] Esos avances se han producido hasta hoy con lentitud y deben ahora acelerarse. Si bien es cierto que han aumentado a nivel nacional las medidas destinadas a impulsar el número de edificios con un consumo de energía casi nulo, los

Estados miembros deben redoblar sus esfuerzos para garantizar que en las fechas límite previstas en la Directiva todos los edificios nuevos tengan ya ese nivel de consumo.”
(Comisión Europea, 2016, p. 1)

Uno de los principales motivos para que la política de eficiencia energética incluya los edificios, es que este sector representa en España el 29,7% de la demanda total de energía final y el 62,2% de la demanda eléctrica total (38,5% y 58,8%, respectivamente, en la UE). (Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2017, p. 85)



Gráfica 4. Representatividad en España del sector edificios en la demanda energética años 2000-2014

Fuente: (Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2017)

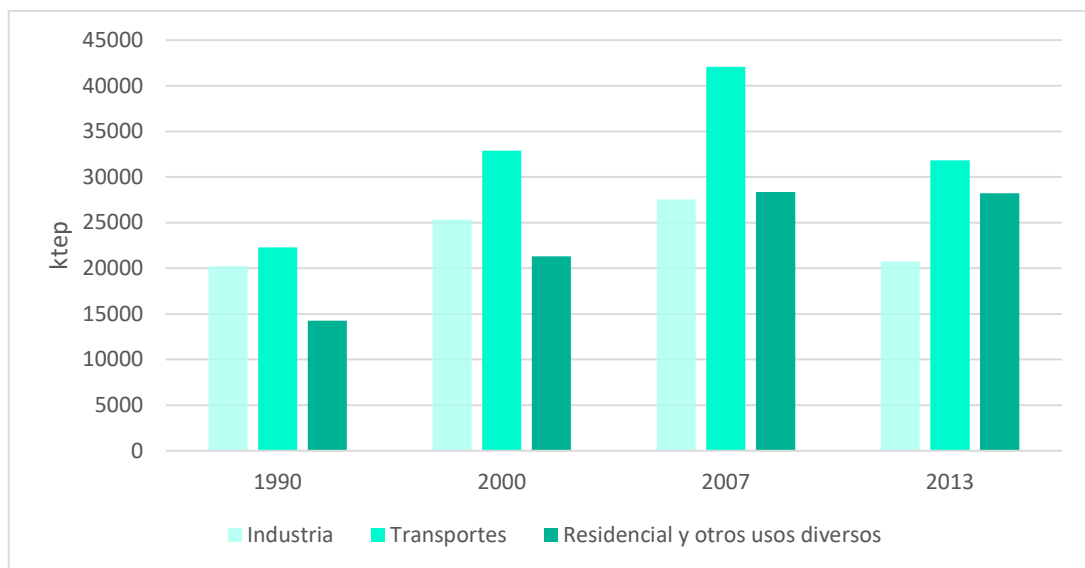
Si observamos la situación a nivel mundial, los porcentajes son bastante similares a los observados tanto en España como en la UE:

“According to the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), reducing the amount of natural resources buildings consume and the amount of pollution given off is seen as crucial for future sustainability. The building sector alone accounts for 30-40% of global energy use. Over 80% of the environmentally harmful emissions from buildings are due to

energy consumption during the times when the buildings are in use"². (Hammann, 2013, p. 278)

No obstante, el problema no acaba con la finalización del proceso constructivo. Durante la vida útil de las viviendas, se hace uso de electrodomésticos, instalaciones de calefacción y refrigeración, iluminación, ACS... que necesitan de una fuente de energía para poder funcionar.

En primera instancia podría parecer que esto último no contribuye tanto al impacto medioambiental. Sin embargo, en los últimos años el consumo del sector residencial ha experimentado un gran aumento con respecto a otros sectores (Gráfica 5); por lo tanto, no se pueden conseguir los objetivos propuestos para reducir la contaminación del medio ambiente sin pasar por mejorar la eficiencia energética de los edificios.



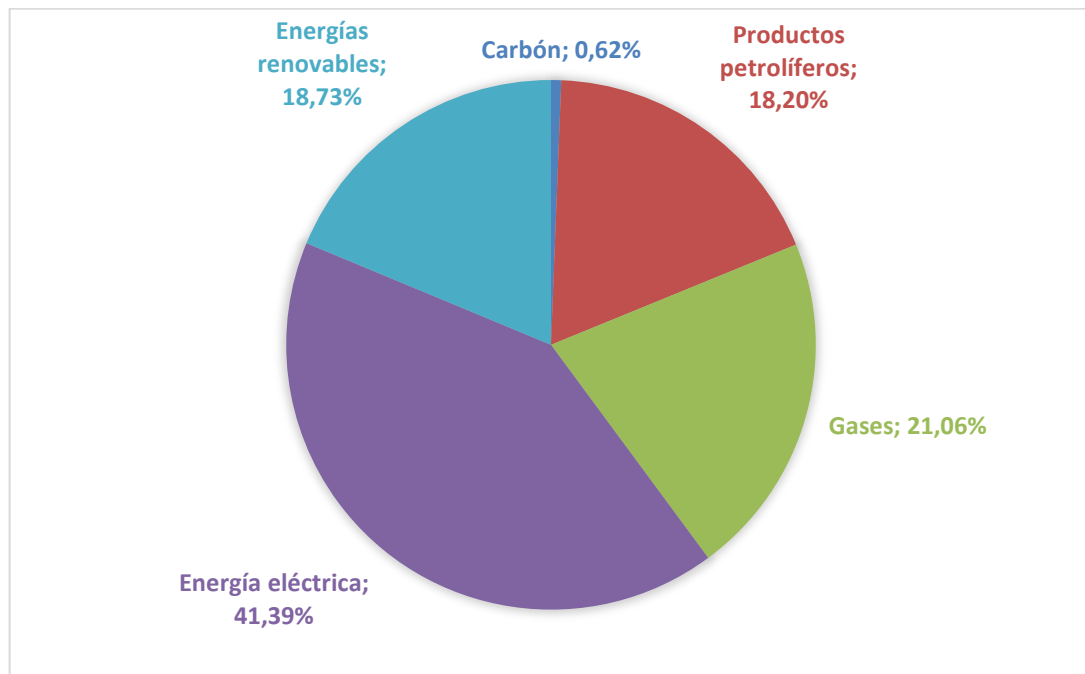
Gráfica 5. Balances del consumo de energía final por sectores en España.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del IDAE.*

² "De acuerdo con la Agencia de Protección Medioambiental de EE. UU. (EPA), reducir la cantidad de recursos naturales que consumen los edificios y la cantidad de contaminación emitida es crucial para la sostenibilidad futura. El sector de la construcción por sí solo reúne el 30-40% de uso de energía global. Más del 80% de las emisiones ambientalmente dañinas provenientes de los edificios se deben al consumo de energía durante los periodos de tiempo en los que estos se están usando." Traducción propia

Del consumo energético total de las viviendas, solo el 18,73% se satisface mediante el empleo de energías renovables, siendo la biomasa la más utilizada.

La energía eléctrica es la más empleada en el consumo de los hogares, llegando a representar casi la mitad de la energía consumida (41,39%). Cuando se consume electricidad en las viviendas no se genera ningún tipo de gases o emisiones y puede parecer que se hace uso de una energía limpia y poco contaminante, pero nada más lejos de la realidad: la producción de la energía eléctrica requiere de un proceso costoso y altamente contaminante.



Gráfica 6. Consumo de energía del sector residencial en España (Año 2014)

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del IDAE.*

Recientemente la APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables) realizó un estudio comparativo para cuantificar el impacto medioambiental de los diferentes sistemas de generación de electricidad, analizando consecuencias tales como el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono, la generación de residuos o el agotamiento de los recursos energético, entre otros. En dicho estudio se obtienen como conclusiones:

- *“El impacto medioambiental de las energías renovables es 31 veces superior al de las energías renovables.*
- *Producir un kilovatio hora (kWh) de electricidad con el mejor sistema renovable -el minihidráulico- tiene un impacto medioambiental:*
 - *300 veces inferior al que tiene producirlo con lignito.*
 - *250 veces menor respecto al que supone generarlo con carbón o petróleo.*
 - *125 veces inferior al que implica producirlo con uranio.*
 - *50 veces menor que generarlo con gas natural.”* (Asociación de Productores de Energías Renovables, 2011)

Analizando los datos disponibles, se puede concluir que la situación energética actual a nivel mundial es bastante alarmante. Al consumo del sector urbanístico se le suman otros problemas medioambientales tales como la reducción de los recursos energéticos empleados hasta la fecha, los cuales están a punto de agotarse; además del cambio climático provocado por la enorme cantidad de CO₂ y GEI emitida durante años. Para revertir esta situación es primordial adaptar el planeamiento urbano de las ciudades y apostar cada vez más por edificios nZEB.

Tal y como se ha citado, el sector de la construcción juega un papel muy importante a la hora de reducir la contaminación global. El concepto nZEB supone un cambio total a la hora de proyectar y diseñar los edificios, puesto que hay que tener en cuenta factores y elementos que hasta ahora se tenían en poca consideración. Con un diseño sostenible y consciente y una mayor construcción de este tipo de edificios, se podría reducir considerablemente el consumo de energía a nivel mundial.

5.4 La formación del usuario para optimizar el rendimiento de los edificios

Si bien se ha observado que es necesaria la transición del modelo de construcción tradicional hacia uno más eficiente, no basta únicamente con construir edificios de estas características.

Un edificio nZEB, gracias a las estrategias de diseño bioclimático aplicadas, necesitará un consumo notablemente inferior al de un inmueble tradicional; sin embargo, el uso que se haga de él resultará de tremenda importancia para sacar el máximo partido a sus posibilidades. En este momento, en el uso efectuado durante la vida útil del edificio, es cuando aparece un nuevo interviniente en el proceso: el usuario.

El usuario es la persona que más tiempo va a pasar en el edificio, y la que va a hacer uso de este. Por tanto, resulta lógico que disponga de los conocimientos adecuados para sacar el máximo partido del edificio y conseguir la mayor eficiencia posible. El usuario debería disponer del Libro del Edificio, que es un documento de obligada confección en el que se recopila toda la información del edificio en cuestión, recogiendo sus características tanto físicas como técnicas; en la LOE se advierte de que debe ser entregado al usuario (Jefatura del Estado, 1999 Art. 7).

El Libro del Edificio contiene, entre otros documentos, unas instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, incluyendo también una planificación de las operaciones de mantenimiento que se tendrán que llevar a cabo en un futuro. Además, según el Real Decreto 235/2013 (Ministerio de la Presidencia, 2013, p. 10 Art. 5), deberá incluir el certificado energético correspondiente.

Sin embargo, el certificado energético de obra nueva (que es el caso que nos ocupa) no incluye ningún apartado de mejoras o estrategias de eficiencia energética, así como en el resto del Libro del Edificio tampoco aparece ningún tipo de formación específica y sencilla que el usuario pueda aplicar.

Es de suma importancia que el usuario disponga de esta información para poder hacer un correcto uso del edificio y evitar así un desperdicio innecesario de energía.

Además del Libro del Edificio, existen otras herramientas que se pueden utilizar. El IDAE dispone de varias: la “Guía práctica de la Energía” (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2007) disponible para descargar en formato pdf y en la que se desarrollan aspectos como el consumo y abastecimiento energético, las instalaciones de calefacción y ACS, uso de electrodomésticos, etc. Aunque está muy bien detallada y con bastante apoyo de carácter gráfico para facilitar su comprensión, es una guía bastante larga (92 páginas) lo que puede provocar que el usuario evite su consulta.

Para un aprendizaje más interactivo y sencillo, en la página web del IDAE podemos encontrar la “Guía de la Energía” (IDAE, 2018) con la que se pretende ayudar al usuario enseñando cómo realizar un uso más responsable de los elementos de la vivienda, consiguiendo así reducir el consumo y ser más eficientes.

Esta guía puede ser utilizada por usuarios de todo tipo de viviendas, no es necesario que sean nZEB.



Figura 16. Guía de la energía

Fuente: (IDAE, 2018)

La guía permite acceder a las diferentes estancias de las viviendas, y dentro de estas aparecen diferentes electrodomésticos y elementos sobre los que se puede pinchar y obtener consejos tanto sobre las características que estos deben tener, como sobre el uso idóneo que se les han de dar y errores comunes que conviene evitar.

TELEVISOR	PEQ. ELECTRODOMÉSTICO »
<p>UN DATO Existen diferentes tecnologías para las pantallas de TV, pero lo bueno es que puede consultarse la etiqueta energética.</p> <p>CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS Según sea la pantalla, la que menos energía consume es la de LED, después la de LCD (cristal líquido) y por último, la de plasma. En realidad, la tecnología de monitor de TV que más consume es la de tubo de rayos catódicos, todavía más abundante, pero con tendencia a desaparecer.</p> <p>SABÍAS QUE... Después del frigorífico, son el equipo de mayor consumo del hogar a nivel global. Con la aparición de la Smart TV, se prevé que el número de dispositivos electrónicos en el hogar se irá reduciendo.</p> <p>CONSEJOS PRÁCTICOS • No dejes el televisor en modo "espera" (stand by). Conecta todos los equipos (televisores, dvd, tdt...) asociados a un "ladrón" o base de conexión múltiple. Te será más sencillo apagarlo y podrás conseguir ahorros superiores a 40€ anuales.</p>	

Figura 17. Ejemplo de consejo para ahorro de energía

Fuente: (IDAE, 2018)

Aunque se dispone de diversas herramientas para consultar estrategias de eficiencia energética, no existe una única que esté dirigida al usuario, que sea de fácil comprensión y de la que se disponga con facilidad. Como solución, se propone introducir en el Libro del Edificio un apartado de formación del usuario en eficiencia energética, en el que se describan técnicas y acciones de manera comprensible (por ejemplo: el edificio dispone de recuperador de calor, por lo que no es necesario abrir las ventanas para ventilación, salvo en momentos puntuales).

Si además de disponer de un edificio nZEB, el usuario sigue estas instrucciones y/o herramientas, puede conseguir una mayor optimización de las características del inmueble, manteniendo o incluso mejorando los niveles de eficiencia de este. Por el contrario, si no se le facilita la información necesaria, aún teniendo un edificio nZEB el uso indebido de este puede reducir considerablemente su nivel de eficiencia.

5.5 Vivienda autosuficiente y eficiente

Tal y como se ha explicado anteriormente, un edificio nZEB necesita una cantidad muy pequeña de energía. Si esta energía se consigue obtener por medios propios, sin necesidad de conectarse a ninguna red de suministro, estaríamos ante un edificio completamente independiente y autosuficiente.

Sin embargo, la autosuficiencia no está necesariamente ligada a la eficiencia energética. Si buscamos el significado del término “autosuficiente” encontramos la siguiente definición:

“Que se basta a sí mismo” (Real Academia Española, 2017)

Por tanto, en su sentido literal, un edificio será autosuficiente siempre que no necesite hacer uso de recursos externos (redes de suministro). De manera que puede darse el caso de que un edificio sea completamente autosuficiente pero que, por otra parte, sea contaminante y/o consuma una gran cantidad de energía (por ejemplo, una vivienda con un consumo alto que disponga de una explotación agraria propia y utilice una caldera de leña para generar la energía).

Por ende, cuando aquí se habla de autosuficiencia, este término lleva implícitos más requisitos que los intrínsecos del propio concepto en sí. Según el autor Luis De Garrido en su libro *“Self sufficient Green architecture”*³, *“Un edificio es autosuficiente en energía cuando consume la menor cantidad posible de energía, y es capaz de obtener la energía que necesita por sí mismo, al menor coste económico posible, de tal modo que no necesita conectarse a la red general de suministro de energía.”* (De Garrido, 2012, p. 8)

De modo que, para el caso que nos ocupa, eficiencia energética y autosuficiencia serán dos conceptos que se entenderán como necesariamente complementarios.

³ Arquitectura verde autosuficiente

Para conseguir una vivienda autosuficiente, es necesario tener en cuenta técnicas de eficiencia energética para reducir su consumo, además de hacer uso de energías renovables para producir la energía necesaria para cubrir dicho consumo.

La creación de este tipo de viviendas surge de la necesidad de reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂. En los últimos años, la cantidad de recursos disponibles ha disminuido, provocando así en muchos casos la necesidad de importación de energía de otros países; además, las emisiones de CO₂ y otros GEI no ha hecho más que aumentar vertiginosamente, agudizando así el problema del efecto invernadero y el calentamiento global.

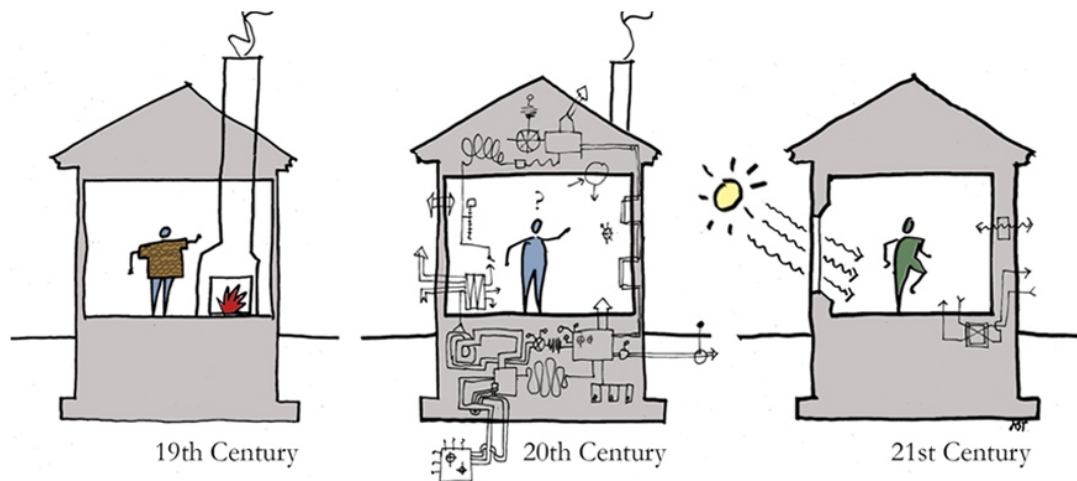


Figura 18. Ilustraciones de la evolución de recursos empleados en la climatización de viviendas

Fuente: (Albert Richter & Tittmann Architects Inc, 2018)

Con la construcción de este tipo de viviendas se contribuye a paliar este problema, puesto que, de esta manera, todas las emisiones que se generan durante la vida útil del edificio se eliminan por completo. Además, en muchos de los casos la inversión realizada se amortiza al cabo de pocos años, por lo que, desarrollada correctamente, esta opción resulta ventajosa en todos los sentidos.

Una forma de conseguir nZEB podría ser seguir alguno de los estándares de construcción y/o certificaciones ambientales mediante los cuales se pueden construir edificios con una alta eficiencia energética.

5.6 Hacia un modelo de construcción sostenible: Certificaciones ambientales y energéticas

Como ya se ha visto, es necesario caminar hacia un método de construcción más sostenible. Existen normativas en cada país relativas a la sostenibilidad. Estas, al ser de un carácter más local, tienen en cuenta las características económicas y sociales de cada zona. En cambio, de una manera más global, se han desarrollado otras técnicas y herramientas para aumentar la sostenibilidad, más centradas en el factor ecológico ya que este sí es común a todas las regiones.

Dentro de estas herramientas se pueden encontrar las diferentes certificaciones ambientales y energéticas. Aunque cada uno se haya creado en un país en concreto, varios de ellos se están aplicando de manera internacional y adaptando a los climas de las diferentes regiones.

5.6.1 Certificaciones medioambientales: LEED, BREEAM, VERDE.

En las últimas dos décadas se han creado una serie de normas ISO (International Organization for Standardization⁴) para cuantificar el nivel de sostenibilidad en la edificación. A partir de estas normas ISO, se han ido desarrollando diversas herramientas para evaluar la sostenibilidad de los edificios, conocidas como “sistemas de calificación y certificación ambiental”.

Existe una gran variedad de este tipo de sellos o certificaciones medioambientales, cuyo éxito y/o nivel de uso varía en función de las zonas de aplicación; por ejemplo, las más conocidas dentro de la UE son LEED (Leadership

⁴ Organización Internacional de Normalización

in Energy and Environmental Design) y BREEAM (BRE Environmental Assessment Method).

- LEED es una herramienta estadounidense desarrollada por el US Green Building Council⁵. Realiza una evaluación de la sostenibilidad de la edificación, otorgando una puntuación final de entre 0 y 110 tras valorar siete aspectos principales:
 - Emplazamiento sostenible.
 - Eficiencia del uso del agua.
 - Eficiencia energética, energías renovables y emisiones a la atmósfera,
 - Materiales y recursos naturales.
 - Calidad del ambiente interior.
 - Innovación en el diseño.
 - Prioridad regional.



Figura 19. Niveles de certificación LEED

Fuente: (GMG Arquitectos, 2018)

- BREEAM es la herramienta equivalente británica, bastante extendida en la Unión Europea. Evalúa las diferentes exigencias de sostenibilidad según las distintas fases por las que pasa un edificio, desde su diseño, hasta la ejecución y posterior mantenimiento. Actualmente existen 5 esquemas de certificación

⁵ Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos

adaptados a la normativa y práctica constructiva en España (BREEAM ES, 2018):

- BREEAM ® ES Urbanismo.
- BREEAM ® ES Vivienda (Aplicable a viviendas unifamiliares y en bloque).
- BREEAM ® ES Nueva Construcción (Antiguo “BREEAM ® ES Comercial” que evaluaba oficinas, comercios e industria; este nuevo esquema es aplicable además a edificios sanitarios, educativos, deportivos, culturales, etc).
- BREEAM ® ES A medida (Para edificios singulares no incluidos en Nueva Construcción y Vivienda).
- BREEAM ® ES en Uso (Evalúa el impacto ambiental de los edificios existentes y la mejora de su gestión).



Figura 20. Esquemas de certificación BREEAM

Fuente: (BREEAM ES, 2018)

- Para el territorio nacional existe VERDE, herramienta actualmente de exclusiva aplicación en España, a diferencia de sus análogos (Wassouf, 2014, pp. 12–13). Evalúa la reducción del impacto medioambiental del edificio que se está estudiando mediante su comparación con un edificio de referencia.

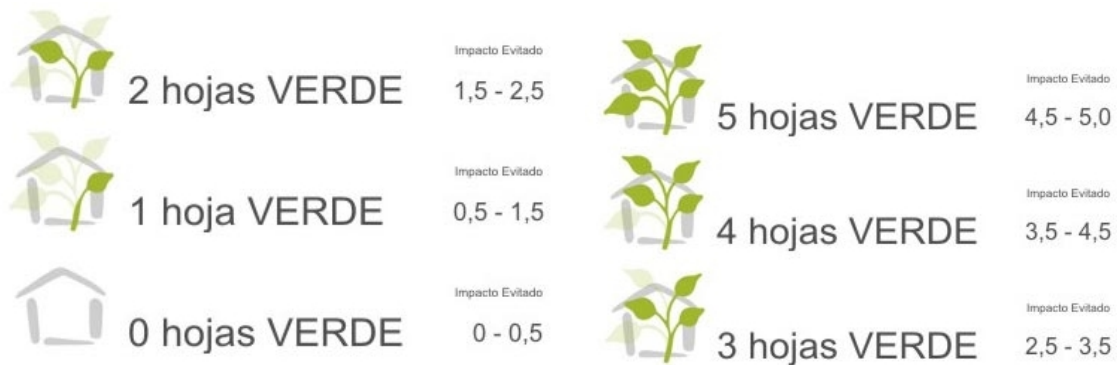


Figura 21. Niveles de certificación VERDE

Fuente: (Somos Passivhaus, 2017a)

Este tipo de herramientas están enfocadas para evaluar la sostenibilidad del edificio en cuestión; sin embargo, no tienen en cuenta la arquitectura pasiva, ni ofrecen soluciones aplicables en el caso de que el resultado de algún criterio resulte desfavorable.

Para obtener soluciones concretas además de tener en cuenta diferentes criterios de sostenibilidad, existen las certificaciones energéticas, tales como el Passivhaus.

5.6.2 Certificaciones energéticas y su implantación como estándar de construcción: Minergie y Passivhaus

Si por su parte las certificaciones medioambientales evalúan la sostenibilidad de los materiales empleados, las pautas de diseño, etc., las certificaciones energéticas evalúan el consumo energético del edificio y el confort higrotérmico en su interior.

Existen certificaciones, como por ejemplo la MINERGIE®, surgida en Suiza en los últimos años, que requiere que el consumo general de energía del edificio no sea mayor del 75% y que el consumo de combustibles fósiles no sea mayor del 50 % de la media de los edificios convencionales (Somos Passivhaus, 2017b).

Existen diferentes tipos de certificados MINERGIE®:

- MINERGIE básico: Consume como mínimo un 10% menos que el máximo contemplado en el normativa suiza de 2009. Demanda máxima de energía para calefacción: 38 kWh/m² año.

- MINERGIE-P: Sería el equivalente al estándar Passivhaus; demanda máxima de energía para calefacción: 30 kWh/m² año. Un edificio Minergie-P consume un 20%-30% menos que un Minergie.
- MINERGIE-A: La alta eficiencia de la envolvente térmica se complementa con el uso de energías renovables para cubrir la demanda total del edificio.
- MINERGIE-ECO: Puede ser cualquiera de los certificados Minergie anteriores, solo que añadiendo además requisitos ambientales y ecológicos como por ejemplo el reciclaje de materiales, la calidad del aire interior, iluminación natural, etc.

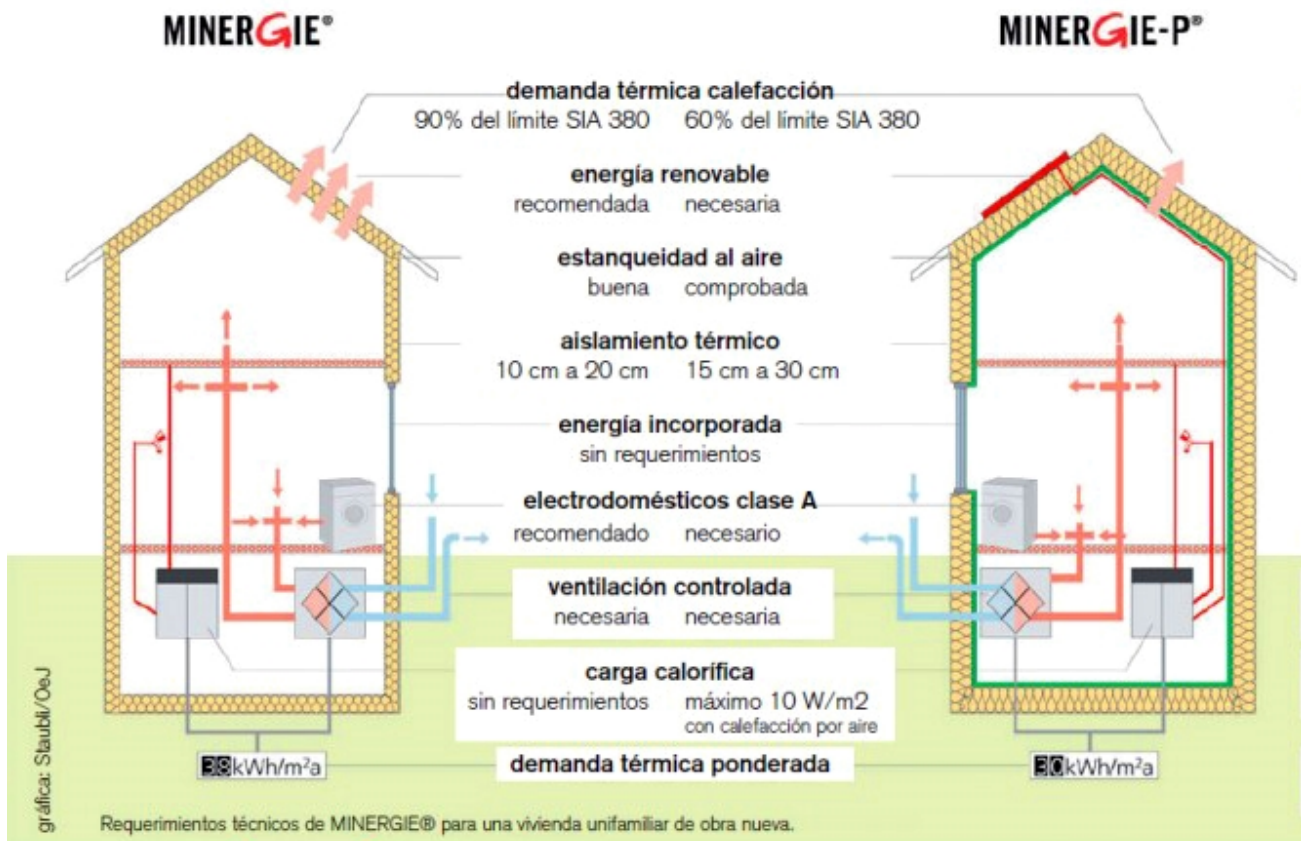


Figura 22. Características edificios con certificaciones Minergie y Minergie-P

Fuente: (Eugènia Riqué, 2018)

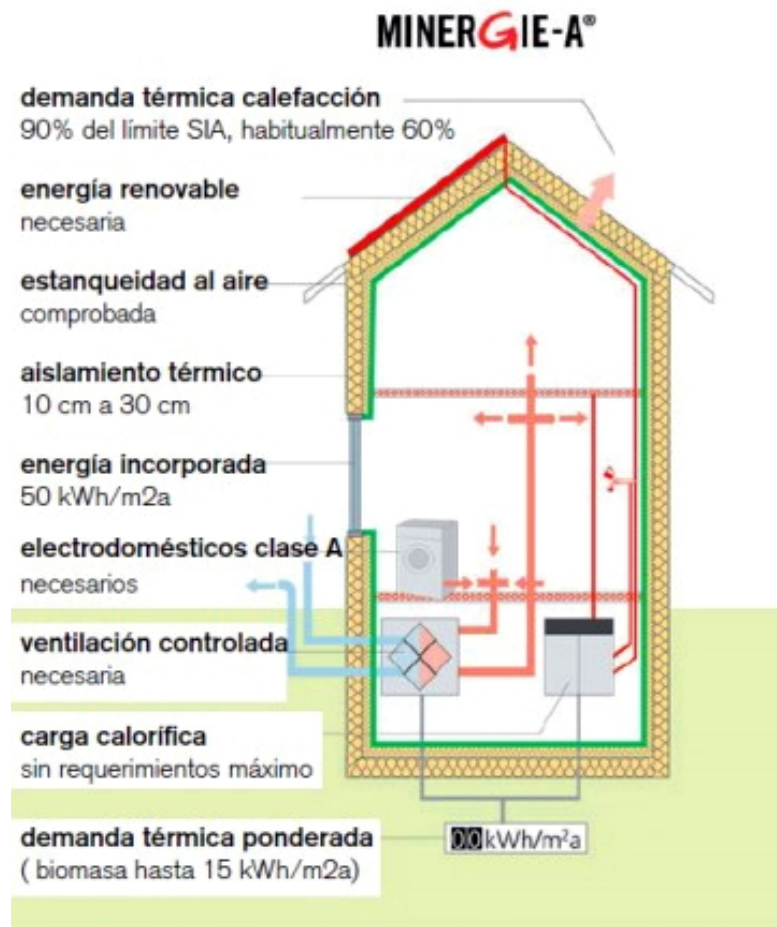


Figura 23. Características edificios con certificación Minergie A

Fuente: (Eugènia Riqué, 2018)

Sin embargo, el proceso de certificación más extendido a nivel europeo es el Passivhaus (casa pasiva), cuyas premisas se están utilizando para el desarrollo de la normativa de eficiencia energética en muchas regiones de la UE debido a sus excelentes resultados. Además, el sello “Passivhaus” ha creado su propio estándar de construcción, que recibe el mismo nombre.

El estándar Passivhaus surgió en Alemania en el año 1988 de la mano de los profesores Bo Adamson, de la Universidad de Lund (Suecia) y Wolfgang Feist, del Instituto alemán de Edificación y Medio Ambiente. Los profesores estudiaron cómo podrían diseñarse los edificios de manera que estos fueran eficientes energéticamente además de sostenibles. El primer proyecto aplicando este estándar fue la construcción de 4 casas pareadas en Darmstadt (Alemania). (Instituto para la

Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Comercio, & Comunidad de Madrid, 2011, p. 18)

Este estándar establece 5 principios básicos:

1. Excelente aislamiento térmico:

El aislamiento es clave en la envolvente del edificio; sin embargo, es muy importante colocar el espesor adecuado, puesto que, si se pone un espesor excesivo de aislante se podría crear un efecto contraproducente, aumentando la demanda de refrigeración a la vez que se disminuye la de calefacción.

Dependiendo de la zona climática, será necesario un mayor o menor espesor de aislamiento térmico.

2. Ventanas y puertas de altas prestaciones.

Los huecos son puntos conflictivos en la envolvente de los edificios, puesto que es donde existe mayor transmitancia térmica.

Las carpinterías a emplear serán de doble o triple vidrio (dependiendo de la zona climática) rellenas de gas argón; además, los vidrios serán bajo emisivos para reflejar el calor hacia el interior de la vivienda en invierno e impedir su entrada durante el verano.

3. Ausencia de puentes térmicos:

Los puentes térmicos son zonas en las que, por una u otra razón, no existe aislamiento térmico, de manera que en esos puntos se producen pérdidas o ganancias de calor indeseadas. Para evitarlos hay que intentar, en la medida de lo posible, no interrumpir nunca el aislamiento térmico, y en caso de ser estrictamente necesario interrumpirlo, utilizar un material con mayor resistencia térmica.

4. Ventilación mecánica con recuperación de calor:

En los edificios Passivhaus, se emplea un recuperador de calor, que funciona de la siguiente manera: el aire viciado existente en el interior de la vivienda se extrae a través de un conducto que se cruza con otro que lleva

aire tomado del exterior (Figura 1). De esta manera, el calor del aire interior se traspa al del exterior sin necesidad de mezclarlos, obteniendo así aire limpio y a temperatura ambiente.

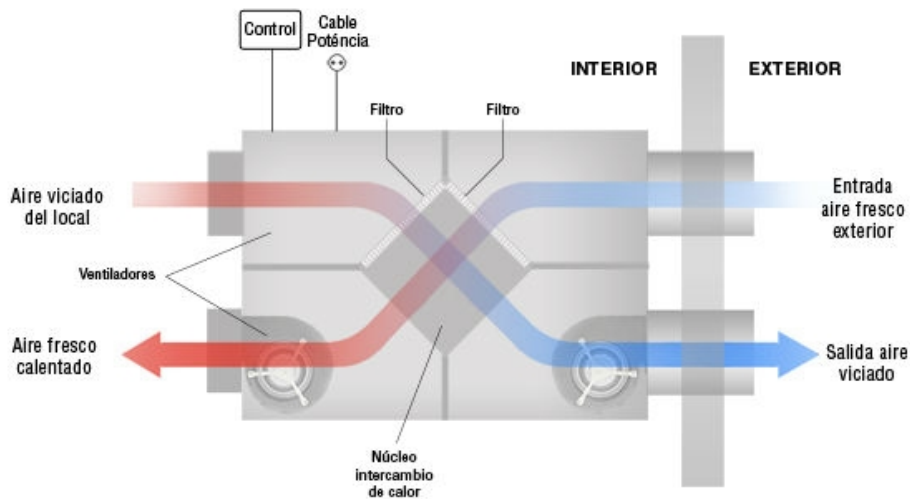


Figura 24. Esquema funcionamiento recuperador de calor

Fuente: (Recuperadores de Calor, 2017)

Empleando recuperadores de calor, se consigue reducir en su mayor parte las cargas a cubrir por el sistema de calefacción.

5. Estanqueidad al aire:

El edificio debe ser lo más estanco posible, consiguiendo así que el sistema de ventilación mecánica sea más eficiente.

La hermeticidad del edificio se mide con una prueba de presión, o ensayo Blower Door, que consiste en crear una diferencia de presión entre interior y exterior a través de un ventilador colocado en la puerta principal. Para cumplir el estándar, el resultado debe ser inferior a 0,6 renovaciones de aire por hora.

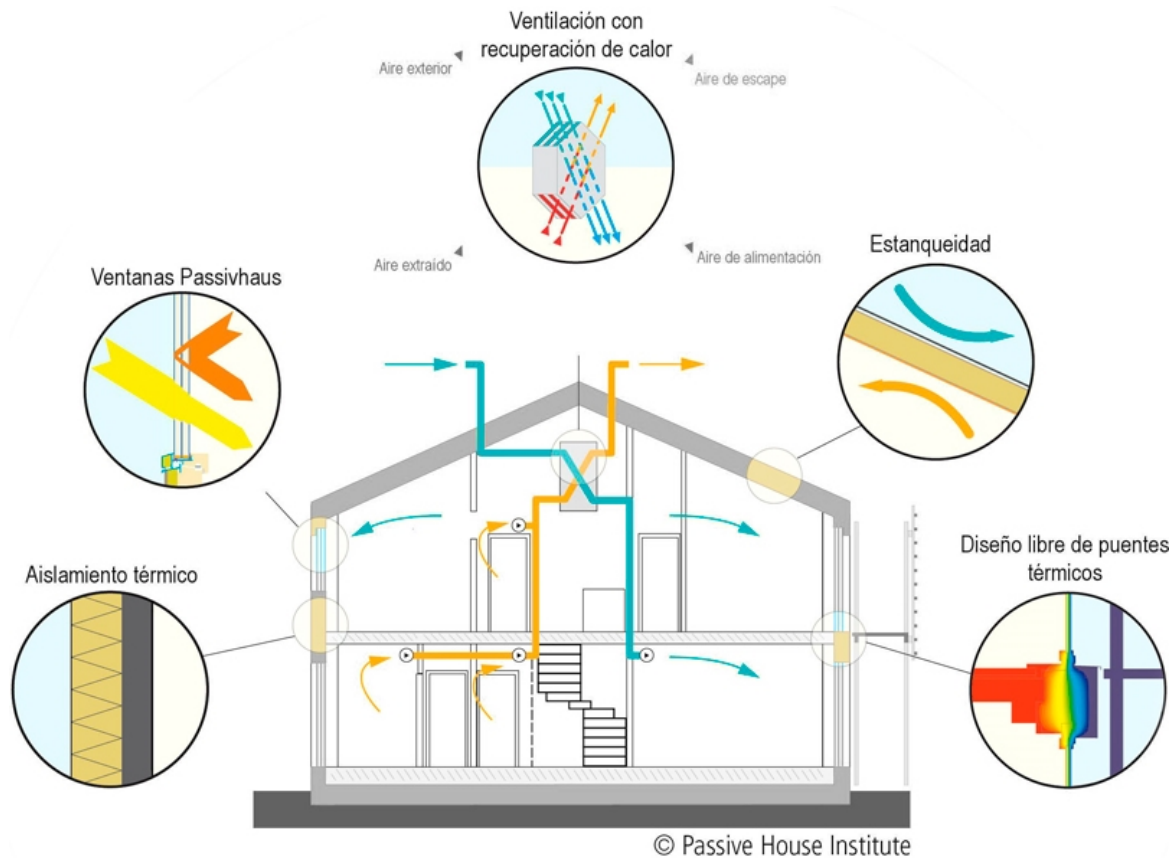


Figura 25. Principios estándar Passivhaus

Fuente: ("Passivhaus Institut," 2015)

6 ESTRATEGIAS PARA CONSEGUIR UN EDIFICIO NZEB

Para conseguir una vivienda de alta eficiencia energética y con una escasa demanda de energía existen diferentes estrategias. Estas se pueden diferenciar en dos grupos: pasivo y activo.

Para conocer mejor ambos grupos de estrategias y definir adecuadamente los apartados que se desarrollan a continuación, se han consultado las publicaciones de diversos autores sobre arquitectura bioclimática y diseño sostenible (Alavedra et al., 1997; De Garrido, 2009, 2012, 2013; Edwards, 2009; Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014; Guzowski, 2010; Hammann, 2013; Heywood, 2015; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2007; Kroll et al., 2006; López de Asiain Alberich, 2003; Josep María Minguet & Martínez, 2016a, 2016b; Miralles & Costa Durán, 2010; Neila González, 2000; Neila González & Acha Román, 2009; Olgyay, 1963; Serra, 1999).

6.1 Estrategias de diseño pasivo

Las estrategias de diseño pasivo son aquellas que permiten alcanzar un confort higrotérmico en el interior mediante la aplicación de medidas simples (orientación, aprovechamiento de radiación solar, ventilación, etc.), que contribuyen a reducir la demanda energética del edificio.

Para el presente trabajo, se realizará un análisis de las diferentes opciones disponibles, siguiendo la clasificación que aparece en la “Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación” publicada por el IVE⁶ (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014). Finalmente, se aplicarán las que se consideren más eficientes y a la vez versátiles para las distintas zonas climáticas que se van a estudiar.

⁶ Instituto Valenciano de la Edificación

ESTRATEGIAS GENERALES			SISTEMAS Y SOLUCIONES
DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	DIS	CAPTACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR	Ubicación
			Forma
			Orientación
MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	MET	CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA	Mejora del aislamiento térmico
			Fachadas ventiladas
			Cubiertas ventiladas
			Fachadas vegetales o ajardinadas
		Cubiertas vegetales o ajardinadas	
		ACUMULACIÓN TÉRMICA	Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica
			Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica
ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN (invierno)			
CALEFACCIÓN SOLAR	CS	DIRECTA	Ventanas y lucernarios
		INDIRECTA	Invernaderos y galerías acristaladas
			Muros captadores y acumuladores
ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN (verano)			
PROTECCIÓN SOLAR	PS	EXTERIOR	Umbráculos o pérgolas
		EXTERNA INTERMEDIA INTERIOR	Parasoles
			Persianas y contraventanas
			Vegetación
			Vidrios especiales
Persianas y estores			
VENTILACIÓN NATURAL	V	CRUZADA	Huecos
		CON TIRO TÉRMICO	Efecto chimenea
		INDUCIDA	Aspiración estática (efecto Venturi)
TRATAMIENTO DEL AIRE	TA	ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	Torre de viento
		REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE	Agua
			Vegetación
			Conductos enterrados
			Patios
Refrigeración nocturna			

Figura 26. Clasificación de estrategias de diseño pasivo según su tipología

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

6.1.1 ESTRATEGIAS GENERALES: Diseño general del edificio

ESTRATEGIAS GENERALES			SISTEMAS Y SOLUCIONES
DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	DIS	CAPTACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR	Ubicación
			Forma
			Orientación

Figura 27. Estrategias pasivas de diseño general del edificio

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

El principal condicionante del diseño de cualquier edificio es su ubicación, puesto que de este factor dependen otros, tales como el clima asociado a dicha ubicación, la disponibilidad o no de redes de suministro en las inmediaciones, la topografía del terreno, la existencia de elementos que puedan proyectar sombras sobre el edificio, etc. Para nuestro caso, partimos de una ubicación acotada dentro de la provincia de Alicante, aunque no se designará una localización concreta, puesto que se pretenden analizar diferentes zonas climáticas que se encuentran en dicha provincia.

La forma del edificio también influye en el comportamiento térmico del edificio; esta viene definida por el factor de forma o la compacidad (inversa del primero).

La compacidad es “el grado de concentración de las masas que componen el edificio” (Huellas de arquitectura, 2013), es decir, es el resultado del cociente entre el volumen del edificio y la superficie de su envolvente térmica, $C=V/S$.

Especialmente en climas fríos, es muy importante que el edificio sea compacto para que se pierda la menor cantidad de energía posible a través de sus huecos y cerramientos.

El factor de forma es el inverso de la compacidad: “es el resultado de computar la superficie de la envolvente, dividido por el volumen que la misma encierra” (Alfredo Esteves. Alejandro Oliva. Daniel Gelardi, 2013); por consiguiente, $F.F. = S/V$.

No obstante, un edificio muy compacto no es siempre el ideal, puesto que, aunque se reduce la transmisión de energía al reducir la superficie expuesta,

también se limita la captación solar. Por tanto, el nivel óptimo de estos valores variará en función del clima, siendo mejor un factor de forma bajo para climas fríos (entre 0,5 y 0,8), mientras que para climas cálidos se encontrarán valores superiores a 1,2. (Huellas de arquitectura, 2013)

En su libro “Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas” (1963. Versión castellana de 1998 de Josefina Frontado y Luis Clavet) Víctor Olgyay realiza un estudio en el que define las formas básicas más adecuadas para los edificios según el clima en el que se encuentren (véase siguiente figura).

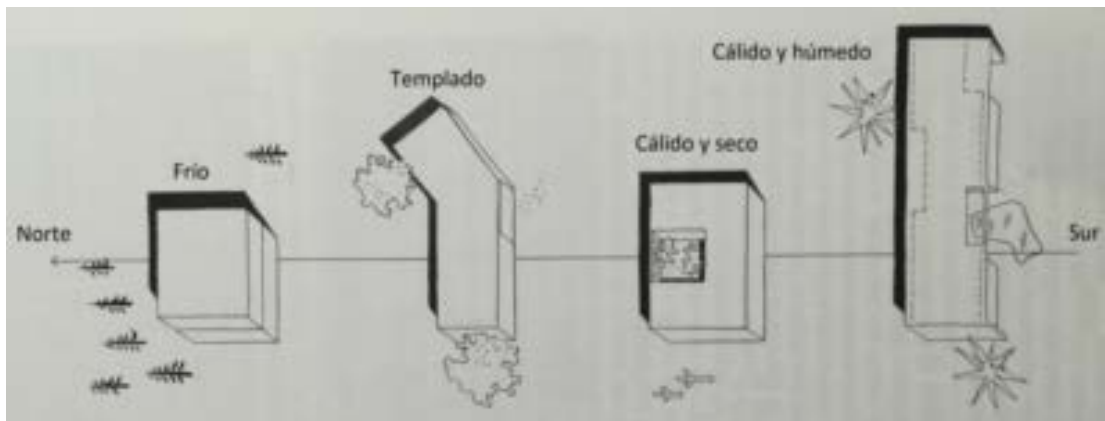


Figura 28. Formas básicas más adecuadas según el clima

Fuente: (Olgyay, 1963, p. 89 Versión castellana de 1998 de Josefina Frontado y Luis Clavet)

Tras la realización de dicho estudio, Víctor Olgyay llegó a varias conclusiones:

- La vivienda de planta completamente cuadrada no es la forma óptima en ninguna de las zonas climáticas
- Las formas alargadas en dirección norte-sur son menos eficientes que la forma cuadrada.
- La forma óptima de los climas templados es la rectangular a lo largo de un eje este-oeste (pudiendo esta forma sufrir diversas variaciones).

Con respecto a la orientación, se sabe que la más acertada en el hemisferio norte es la sur (Heywood, 2015), puesto que de esta forma durante el invierno se puede captar mucha más energía mediante la radiación solar, mientras que en verano, debido a la mayor inclinación con la que inciden los rayos del Sol, es más sencillo mantener la vivienda fresca mediante elementos de protección solar como voladizos, contraventanas, etc.

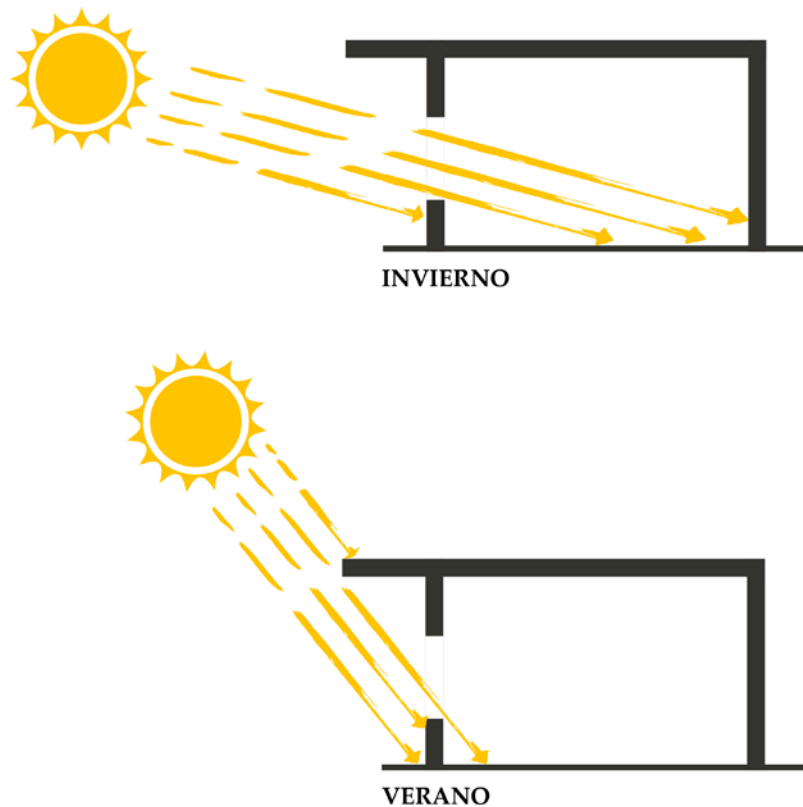


Figura 29. Incidencia de radiación solar en invierno y verano

Fuente: Elaboración propia

Además de la orientación general del edificio, la distribución interior de las estancias también influye en el comportamiento de este. De esta manera, se puede afirmar que dos edificios con la misma forma, pero con distinta distribución de las estancias y los huecos de fachada, requerirán de orientaciones diferentes para funcionar en su estado óptimo (Olgyay, 1963, p. 62 Versión castellana de Josefina Frontado y Luis Clavet).

Existen diversas recomendaciones para realizar la distribución interior de una edificación. Por ejemplo, Huw Heywood en su libro “101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético” (Heywood, 2015, p. 62), recomienda situar las habitaciones que generan calor propio o que no se ocupan frecuentemente hacia el norte (cocinas, baños, despachos...), de manera que actúen como espacios amortiguadores. Por el contrario, las estancias en las que se desarrolle más vida, tales como salas de estar, se orientarán al sol.

Por otra parte, Jeffrey E. Aronin en su libro “Climate & Architecture” recomienda las siguientes orientaciones en función de cada estancia:

	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
dormitorios	●	●	●	●	●	●		
estar				●	●	●	●	
comedor			●	●	●	●	●	
cocina			●	●	●	●		
biblioteca	●	●						●
lavadero	●	●						●
sala de juegos				●	●	●	●	
secadero				●	●	●	●	
baños	●	●	●	●	●	●	●	●
espacio de usos múltiples	●	●						●
garaje	●	●	●	●	●	●	●	●
taller	●	●						●
terrazas			●	●	●	●	●	
porche				●	●	●	●	

Figura 30. Orientaciones sugeridas para distintas estancias

Fuente: (Aronin, 1953, pp. 94–99)

Por todos estos motivos, se ha decidido diseñar una vivienda de planta rectangular a lo largo de un eje este-oeste, manteniendo así su fachada más alargada orientada hacia el sur. La distribución interior se desarrollará más adelante en la exposición del caso práctico.

6.1.2 ESTRATEGIAS GENERALES: Mejora de la envolvente térmica

MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	MET	CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA	Mejora del aislamiento térmico Fachadas ventiladas Cubiertas ventiladas Fachadas vegetales o ajardinadas Cubiertas vegetales o ajardinadas
		ACUMULACIÓN TÉRMICA	Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica

Figura 31. Estrategias pasivas de mejora de la envolvente térmica

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Se entiende como envolvente térmica de un edificio la formada por “*todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior*” (Ministerio de Fomento, 2017a, p. 22)

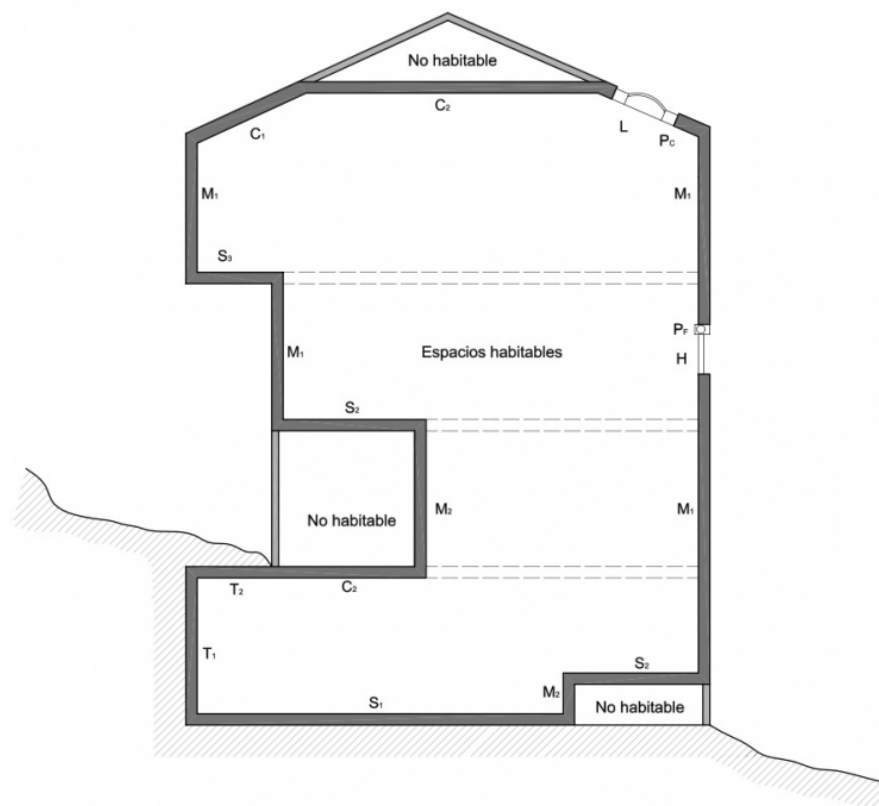


Figura 32. Envolvente térmica de un edificio

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2008, p. HE1-13)

Existen diversas maneras de mejorar la envolvente térmica de un edificio. Una de las más importantes es eliminar los puentes térmicos; de nada sirve tener unos cerramientos con altas prestaciones y buen aislamiento, si existen puntos y/o encuentros mal resueltos por los que se pierde mucha energía.

Según el DB HE los puentes térmicos más comunes son:

“a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:

- i) pilares integrados en los cerramientos de las fachadas;*
- ii) contorno de huecos y lucernarios; iii) cajas de persianas; iv) otros puentes térmicos integrados;*

b) Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

- i) frentes de forjado en las fachadas;*
- ii) uniones de cubiertas con fachadas;*
- iii) cubiertas con pretil;*
- iv) cubiertas sin pretil;*
- v) uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno;*
- vi) unión de fachada con losa o solera;*
- vii) unión de fachada con muro enterrado o pantalla;*

c) Esquinas o encuentros de fachadas, que, dependiendo de la posición del ambiente exterior se subdividen en:

- i) esquinas entrantes;*
- ii) esquinas salientes;*

d) Encuentros de voladizos con fachadas;

e) Encuentros de tabiquería interior con cerramientos exteriores.” (Ministerio de Fomento, 2017a, pp. 24–25)

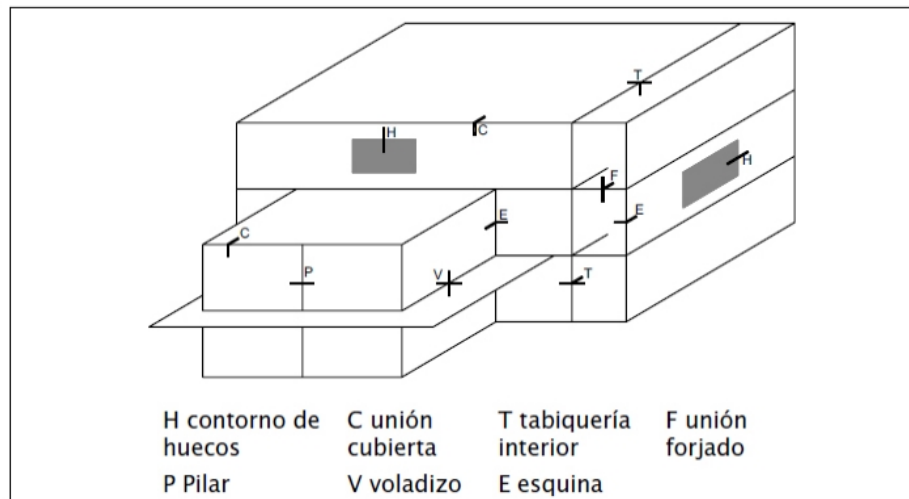


Figura 33. Localización de los puentes térmicos lineales más comunes

Fuente: (Díaz & Tenorio, 2005, p. 1133)

Otra estrategia para mejorar la envolvente térmica es la intervención en fachadas y/o cubiertas. Existen diferentes tipos de cubiertas y fachadas que hacen que la envolvente del edificio sea mucho más eficiente:

- Cubiertas ventiladas: Es muy similar a una cubierta inclinada tradicional; simplemente se deja una cámara de aire entre el aislamiento térmico y el cerramiento final de teja, fijando algunas de estas mecánicamente en lugar de con mortero para que pueda escapar el aire; de este modo el aire calentado por la radiación de verano puede ser fácilmente evacuado y evitar que el edificio se sobrecaliente.
- Fachadas ventiladas: Las fachadas ventiladas están formadas por una hoja interior, normalmente de ladrillo cerámico u hormigón; aislamiento térmico por el exterior de dicha hoja; cámara de aire para poder ventilar la fachada; y una hoja exterior, formada por una subestructura, generalmente metálica, fijada mecánicamente a la hoja interior. De esta forma, cuando la radiación solar incide sobre la fachada en los meses más calurosos, el calor se transmite al aire existente en la cámara ventilada, que tiende a ascender y ser liberado

por la parte superior. En invierno, esta cámara se puede cerrar para aumentar su inercia térmica y almacenar el calor captado.

- Cubiertas ajardinadas: Este tipo de cubiertas se pueden dividir en dos tipos: extensivas (< 15 cm de espesor de manto vegetal) e intensivas (≥ 15 cm de espesor de manto vegetal). En su instalación, es necesaria la colocación, además de los elementos característicos de una cubierta tradicional como son el aislamiento térmico o la lámina impermeable (que en este caso la de arriba llevará tratamiento anti-raíces), de lámina anti-punzonante, capa drenante y lámina filtrante (con tratamiento anti-raíces); sobre esta última se colocará el sustrato con la vegetación escogida.

En este tipo de cubiertas la capa vegetal colocada actúa como regulador térmico, evitando el sobrecalentamiento del edificio en verano y funcionando como aislamiento térmico en los meses de invierno.

- Fachadas ajardinadas (jardines verticales): Este tipo de fachadas emplean el mismo concepto que las cubiertas ajardinadas, solo que aplicado a otro elemento diferente del edificio. Mediante su colocación, se aporta aislamiento térmico, y a su vez, en verano contribuyen a la reducción del calentamiento provocado por la radiación solar y a la dispersión de dicha energía. Resulta ser una solución muy efectiva especialmente para climas mediterráneos (Construible, 2018)

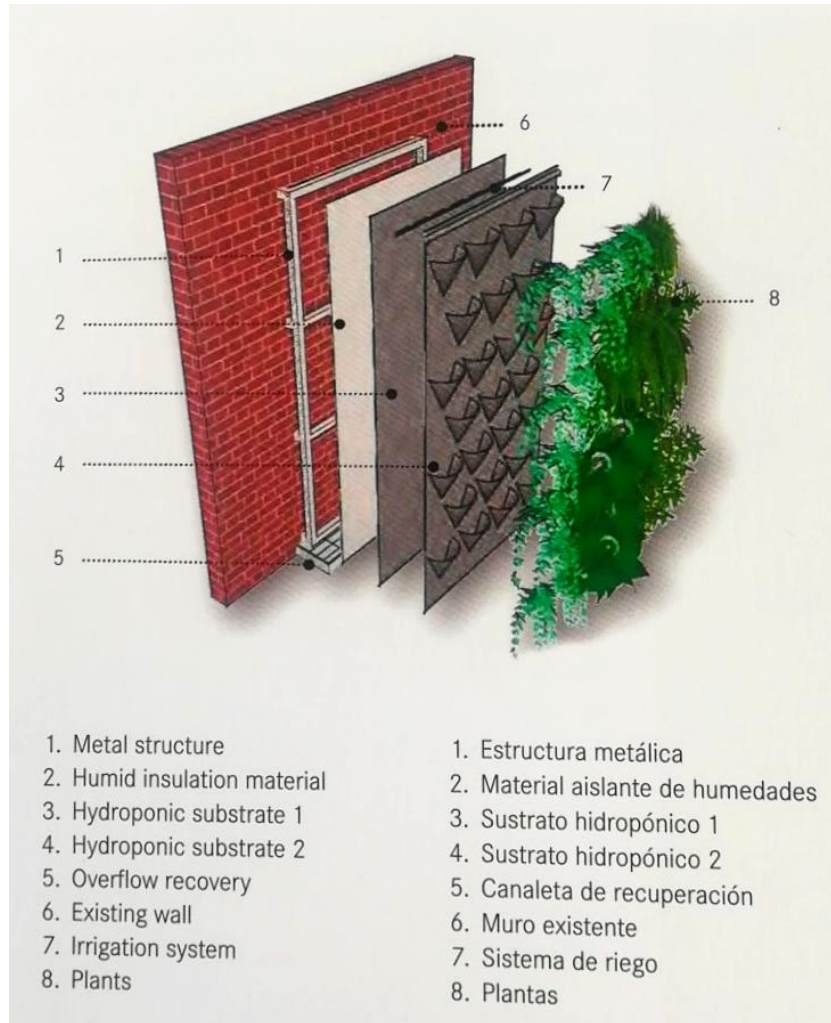


Figura 34. Componentes de una pared vegetal

Fuente: "The new ecological home" (Josep María Minguet & Martínez, 2016b, p. 58)

- Cubiertas inundadas: La cubierta inundada se podría definir como una variante de la cubierta ajardinada, con la diferencia de que, en lugar de albergar vegetación, almacena una lámina de agua. En estos casos la impermeabilización de la cubierta es muy importante porque la más mínima filtración puede provocar graves problemas. Además, requiere de un cuidado mantenimiento para conservar el adecuado nivel de agua y evitar la aparición de algas.

Como ventajas, se puede destacar la polivalencia de su uso, puesto que puede funcionar como aislante térmico y acústico, pero en caso de ser necesario

también puede actuar como elemento de refrigeración mediante su evaporación.

Una vez comprobado que todos los puntos más conflictivos están bien resueltos y no existen puentes térmicos en el cerramiento y se dispone de unos cerramientos eficientes, hay que escoger una carpintería exterior de altas prestaciones para evitar que los huecos de fachada se conviertan en puentes térmicos.

Para elegir un modelo de carpintería que suponga una mejora para la envolvente térmica, hay que tener en cuenta diversos factores:

- Tipo de apertura: En el caso de ventanas practicables, se pueden clasificar de forma general según su tipo de apertura en abatibles, deslizantes y giratorias (también pueden combinar varios de estos movimientos).

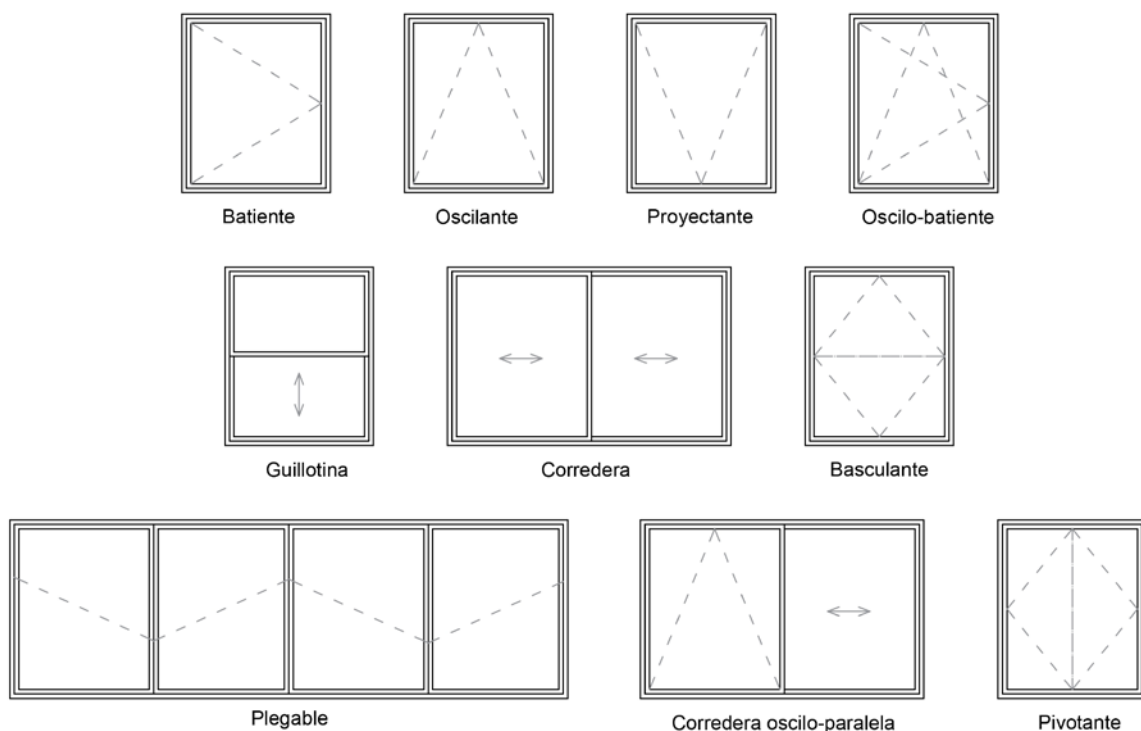


Figura 35. Clasificación de ventanas según el tipo de apertura

Fuente: Elaboración propia

Según sea el tipo de apertura, la ventana tendrá una permeabilidad al aire u otra, clasificándose en función de esta característica en clases de 0 a 4 (Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 2001).

Según el DB-HE, la permeabilidad al aire es la *“propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial [...] expresada en m^3/h ”*. (Ministerio de Fomento, 2017a, p. 24)

Por ejemplo, las ventanas abatibles funcionan mucho mejor que las correderas, que son más permeables. Aunque el comportamiento variará a su vez en función del fabricante.

- Vidrio: Es el elemento que mayor parte del hueco ocupa, por lo que debe ser de una alta eficiencia para que el hueco en su conjunto sea correctamente estanco.

Los vidrios pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- Sencillos o monolíticos: La ventana dispone de un único vidrio, por lo que el resultado final es de menor calidad.
- Con cámara: Existen dos piezas de vidrio separadas por una cámara de aire, aumentando así el aislamiento térmico.
- Bajo emisivo: Este tipo de vidrios se consigue mediante la aplicación de una capa con contenido de plata (metal con menor emisividad). Se utilizan en carpinterías con doble acristalamiento.
- Con filtro solar: Evita el calentamiento y permite filtrar los rayos solares en función de su longitud de onda, por lo que permite penetrar la luz natural mientras que refleja la radiación calorífica.
- Laminados o de seguridad: Formados por la unión de 2 o más piezas de vidrio, colocando entre ellas una o varias láminas de polivinilo butiral, reforzando así su resistencia y consiguiendo que, en caso de rotura, los cristales queden pegados a la lámina y estos no se desprendan.

- Con tratamiento acústico: Utilizando un polivinilbutiral acústico en los vidrios laminados se consigue que estos aíslen también del ruido.

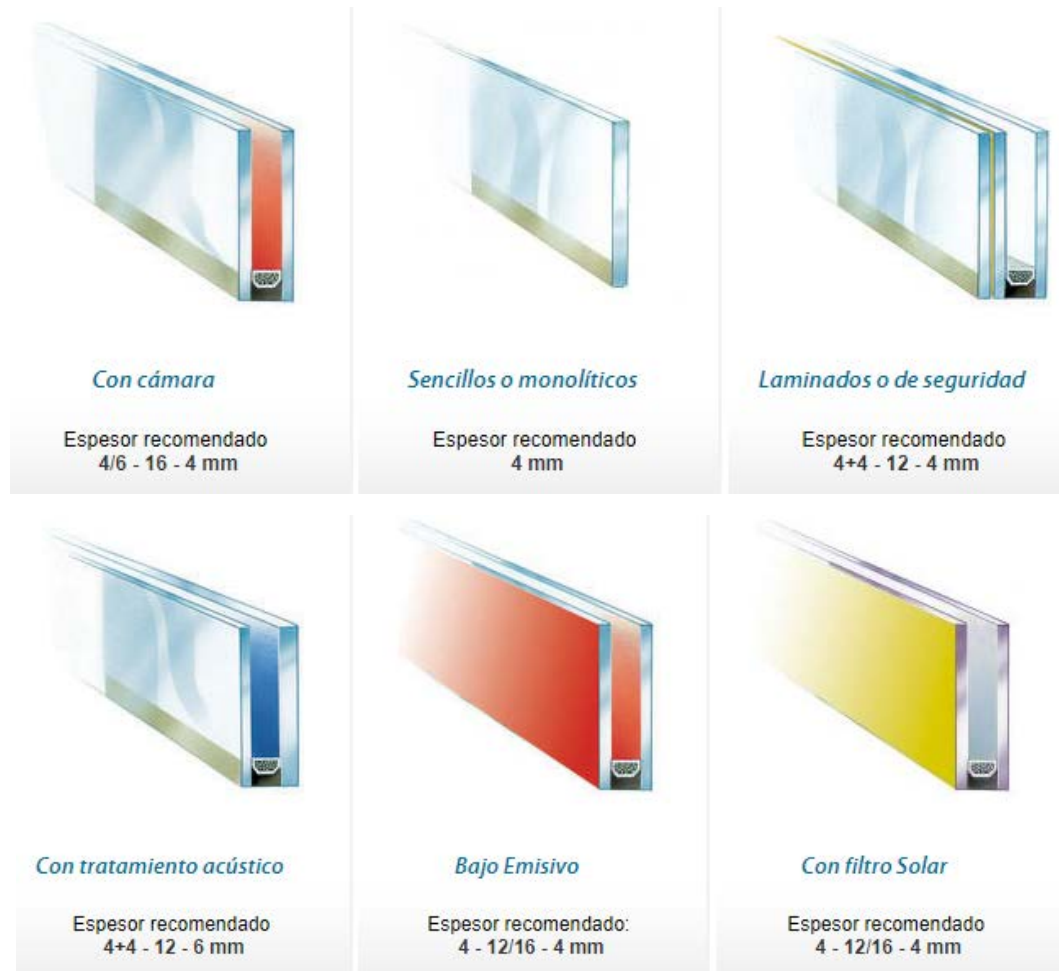


Figura 36. Clasificación de vidrios según su tipología

Fuente: (Kommerling, 2018)

- Marco: en función del material del que esté fabricado, se puede clasificar en varias categorías:
 - Aluminio: Tienen una transmitancia térmica aproximada de 5,70 W/m²K⁷, un valor muy elevado que hace que la ventana no sea eficiente, incluso, en algunas zonas no llega a cumplir el CTE.

⁷ Niveles de transmitancia generales establecidos por la norma UNE-EN ISO 10077-1

- Aluminio con rotura de puente térmico (en adelante, RPT): La RPT se trata de la colocación de elementos separadores de baja conductividad térmica entre ambos perfiles metálicos (ver figura siguiente). Su transmitancia térmica suele estar entre 4,00 y 3,20 W/m²K (puede ser incluso más baja).



Figura 37. Sección de carpintería de aluminio con RPT

Fuente: (Cortizo, 2018)

- Madera: Debido al propio material presentan muy buen nivel de aislamiento, alcanzando una transmitancia térmica de hasta 2,20 W/m²K. El inconveniente que presentan este tipo de carpinterías es el mantenimiento.
- PVC: Estas carpinterías están normalmente formadas por 2 o 3 cámaras, llegando a tener una transmitancia térmica de 1,8 W/m²K (o incluso más baja).

6.1.3 ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN

ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN (invierno)			
CALEFACCIÓN SOLAR	CS	DIRECTA	Ventanas y lucernarios
		INDIRECTA	Invernaderos y galerías acristaladas Muros captadores y acumuladores

Figura 38. Estrategias pasivas de calefacción solar

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Con el fin de alcanzar el confort térmico dentro de un edificio hay que tener en cuenta tres factores esenciales: la captación de energía (proveniente de la radiación solar), su acumulación y su distribución (Neila González, 2000). Aplicando las medidas adecuadas, se puede reducir cuantiosamente la demanda de calefacción de una edificación.

Existen dos tipos de captación solar: directa e indirecta. A continuación se procede a definirlos y explicar las estrategias pertenecientes a cada uno de ellos.

- Captación directa: En este caso los rayos del sol entran directamente en el edificio a través de los huecos acristalados. Si se usa este sistema de captación, es importante prever una correcta ventilación de los espacios para evitar sobrecalentamientos.
- Ventanas y lucernarios: Se colocan con la finalidad que la radiación solar penetre directamente en el interior del edificio. Para que el sistema de captación funcione correctamente, es importante escoger un vidrio con buenas prestaciones. La orientación ideal de estos elementos será la sur, puesto que de esta manera se aprovechará al máximo la captación solar en invierno, mientras que en verano, los huecos podrán protegerse fácilmente para evitar sobrecalentamientos indeseados.

Con respecto a la acumulación y distribución de la energía, en este caso son los elementos interiores los que se encargan de desempeñar estas funciones.

- Captación indirecta: Mediante este sistema la energía de la radiación solar es almacenada en elementos pertenecientes a la envolvente del edificio, los cuales ceden el calor acumulado hacia el interior de forma progresiva. Existen diferentes ejemplos de este tipo de captación, pero se van a describir los más representativos:
 - Invernaderos y galerías acristaladas: Se trata de espacios acristalados que se encuentran adosados al edificio, los cuales, al igual que en el caso de la colocación de ventanas y lucernarios, interesa orientarlos al sur para una mayor captación de energía. En invierno, el calor acumulado en ese espacio se transfiere poco a poco hacia el interior, manteniendo una temperatura agradable a lo largo de todo el día.

Para los meses de verano, estos sistemas suelen incorporar ventanas practicables y medios de protección solar, de este modo, se reduce la radiación solar incidente en el espacio, a la vez que se consigue evacuar el calor acumulado mediante la apertura de los huecos disponibles.

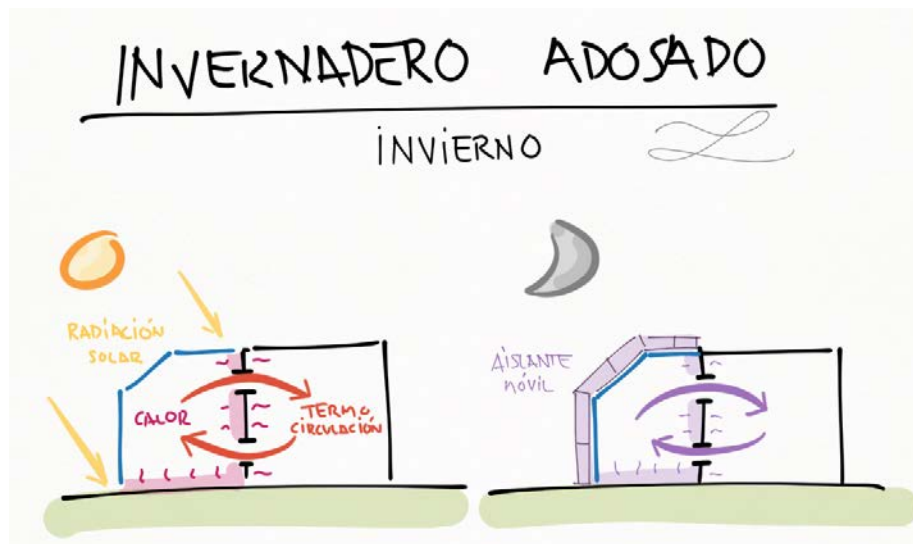


Figura 39. *Funcionamiento de invernadero adosado en invierno*

Fuente: (Sánchez Inocencio, 2016)

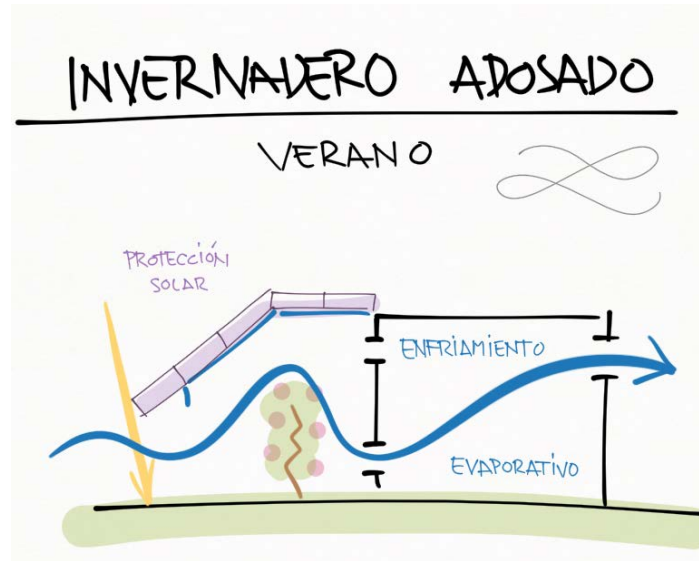


Figura 40. *Funcionamiento de invernadero adosado en verano*

Fuente: (Sánchez Inocencio, 2016)

- Muros Trombe: Se trata de cerramientos de unos 30-40 cm de espesor, formados por una hoja interior con gran masa térmica, como pueden ser el ladrillo o el hormigón; una cámara de aire y una hoja exterior de vidrio, la cual suele pintarse de negro para propiciar la absorción térmica. El muro dispone de unos orificios en las partes superior e inferior, para favorecer la circulación del aire (que puede ser natural o forzada) y por consiguiente la distribución de energía mediante convección además de por radiación (Heywood, 2015, p. 128; Zigurat, 2017).

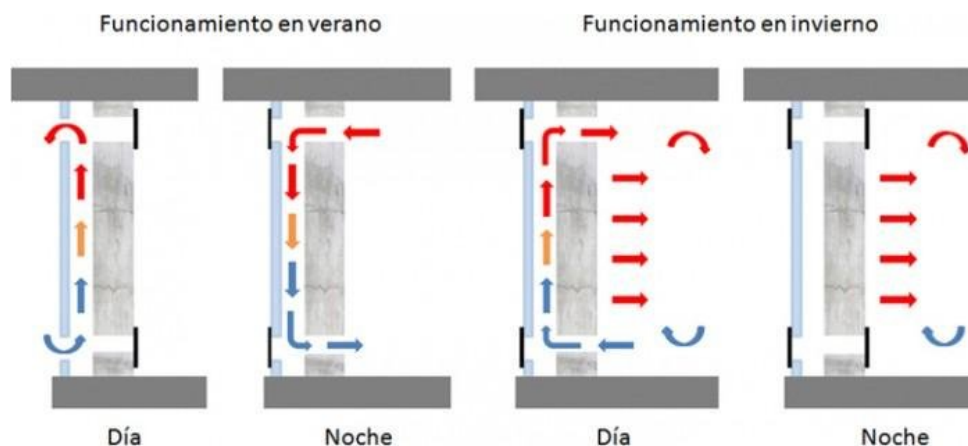


Figura 41. *Esquema funcionamiento muro Trombe*

Fuente: (CTE Arquitectura, 2015)

6.1.4 ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN

ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN (verano)			
PROTECCIÓN SOLAR	PS	EXTERIOR	Umbráculos o pérgolas
		PARASOLES	Parasoles
		PERSIANAS Y CONTRAVENTANAS	Persianas y contraventanas
		VEGETACIÓN	Vegetación
VENTILACIÓN NATURAL	V	VIDRIOS ESPECIALES	Vidrios especiales
		PERSIANAS Y ESTORES	Persianas y estores
		CRUZADA	Huecos
		CON TIRO TÉRMICO	Efecto chimenea
TRATAMIENTO DEL AIRE	TA	INDUCIDA	Aspiración estática (efecto Venturi)
		ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	Torre de viento
		AGUA	Agua
		VEGETACIÓN	Vegetación
		CONDUCTOS ENTERRADOS	Conductos enterrados
		PATIOS	Pacios
		REFRIGERACIÓN NOCTURNA	Refrigeración nocturna

Figura 42. Estrategias pasivas de calefacción solar

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Durante los meses más calurosos, es necesario eliminar el exceso de calor del interior de los edificios, provocados por el sobrecalentamiento que se produce tras la intensa y continuada incidencia de la radiación solar en esta época. Para ello, existen diferentes medidas que se describen a continuación:

- Protección solar: Durante el verano, el sol se encuentra más alto y la radiación incide con un ángulo mayor, por lo que, mediante la utilización de protecciones solares, puede evitarse el sobrecalentamiento del edificio sin que eso perjudique o interfiera con la captación solar necesaria durante el invierno. Hay multitud de elementos que se pueden emplear para protección solar, tales como:
 - Pérgolas
 - Parasoles
 - Persianas y contraventanas
 - Vegetación
 - Vidrios especiales

- Ventilación natural: Esta estrategia se emplea para eliminar el aire sobrecalentado existente en el interior. Las formas más comunes de ventilación son las siguientes:
 - Ventilación cruzada: En este caso se disponen los huecos exteriores en fachadas opuestas o adyacentes, de manera que se propicie la entrada y salida de aire.
 - Efecto chimenea: Esta medida es aconsejable para los casos en los que las corrientes de viento sean escasas, puesto que, al crear diferencias de temperatura en el aire, el más caliente (menos denso) siempre tenderá a ascender. El ejemplo de aplicación más conocido son las fachadas y cubiertas ventiladas (cuyo funcionamiento se ha explicado previamente).
 - Efecto Venturi: Este efecto que se explica por el principio de Bernoulli consiste en que un fluido en movimiento que circula por un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar su velocidad cuando pasa por una zona de sección menor (CIDEAD, 2018; EcuRed, 2018). Por consiguiente, si se colocan huecos en fachada de diferentes dimensiones, se favorecerá la circulación de aire y por tanto, la ventilación natural.

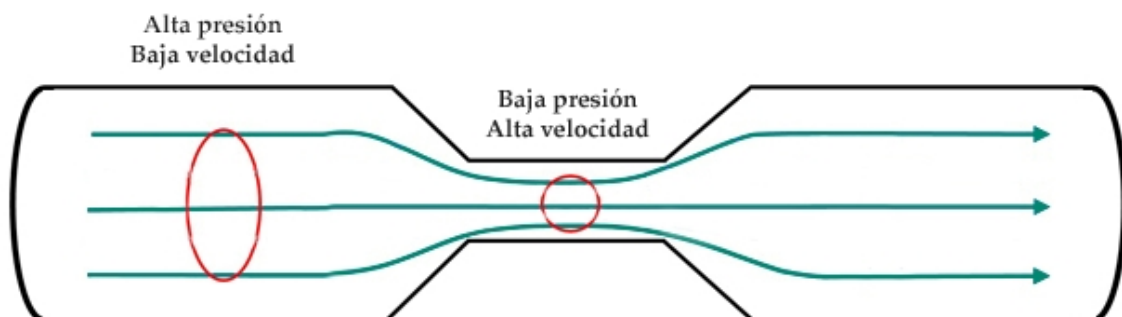


Figura 43. Esquema funcionamiento efecto Venturi

Fuente: Elaboración propia a partir de (Aprende con energía, 2018)

- o Torre de viento: Se trata de un elemento arquitectónico tradicional de Irán que tiene varias aberturas (una hacia cada orientación) en su parte superior. Está formada por varios elementos:
 - Cuerpo principal de la torre que contiene los ejes
 - Estantes de aire para atrapar el aire caliente y evitar que entre en la estructura
 - Solapas que direccionan el viento
 - Cubierta

Para su funcionamiento, se cierran todas las aberturas excepto la que está en la dirección del viento, obligándolo de esta manera a entrar por el hueco y descender para después volver a subir a causa del efecto chimenea. (Sacchetti, 2018)

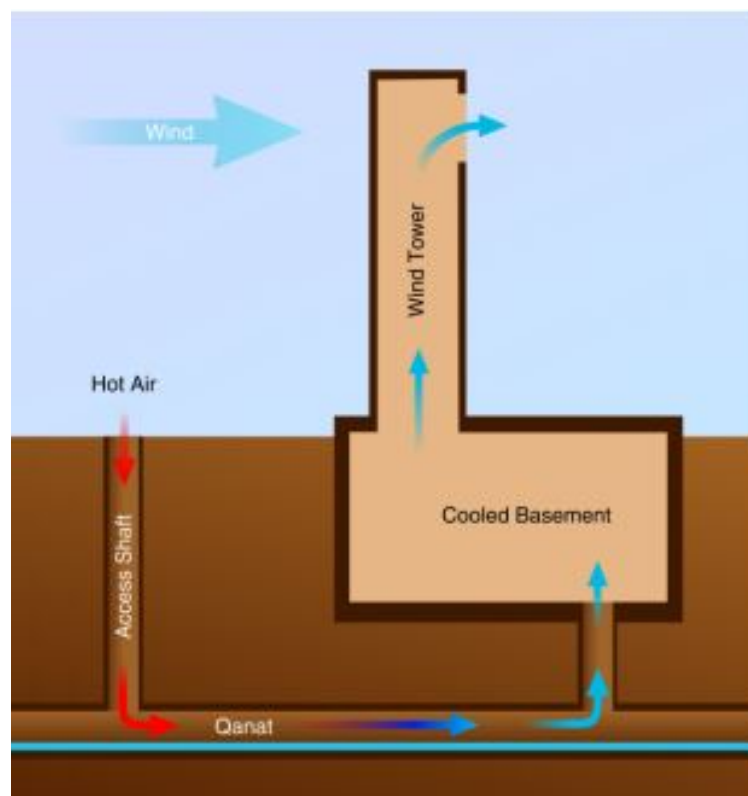


Figura 44. Esquema de funcionamiento de torre de viento

Fuente: (Sacchetti, 2018)

- Tratamiento del aire: En lugar de evacuar directamente el aire, este se puede tratar de forma que se enfríe y pueda refrescar el interior del edificio. Las estrategias más importantes aplicables son:
 - Enfriamiento evaporativo: Se trata de la refrigeración del aire mediante el uso de agua y/o vegetación. Se recomienda para la aplicación de esta técnica el uso de agua en climas cálidos y secos, puesto que en climas cálidos y húmedos al evaporar agua se aumentaría el nivel de humedad y, por consiguiente, la sensación térmica.
 - Patios: Son espacios generalmente ubicados en el centro del edificio, de manera que esté comunicado con el resto de las estancias para que el aire caliente pueda escapar a través de él. Normalmente en estos espacios se suelen incluir elementos de enfriamiento evaporativo para mejorar su efectividad (la estrategia de los patios interiores se describió previamente en el análisis del marco teórico).
 - Conductos enterrados: O también conocidos como pozos canadienses. La temperatura del terreno resulta ser más constante a lo largo de las estaciones que en el ambiente exterior. Por consiguiente, si se realizan conductos bajo tierra el aire existente en ellos, en verano, será más fresco que el que haya en el interior del edificio sobrecalentado. Se puede dejar que las corrientes de ventilación fluyan de forma natural o emplear ventilación mecánica; de una forma u otra el aire de los conductos circula hacia el interior de la edificación, obteniendo así un sistema de refrigeración natural. Igualmente, este método es válido para los meses de invierno, en el que la temperatura bajo tierra será más cálida que en ambiente exterior. Se recomienda su uso para climas cálidos y secos, puesto que en climas húmedos podrían generarse problemas de hongos en los conductos.

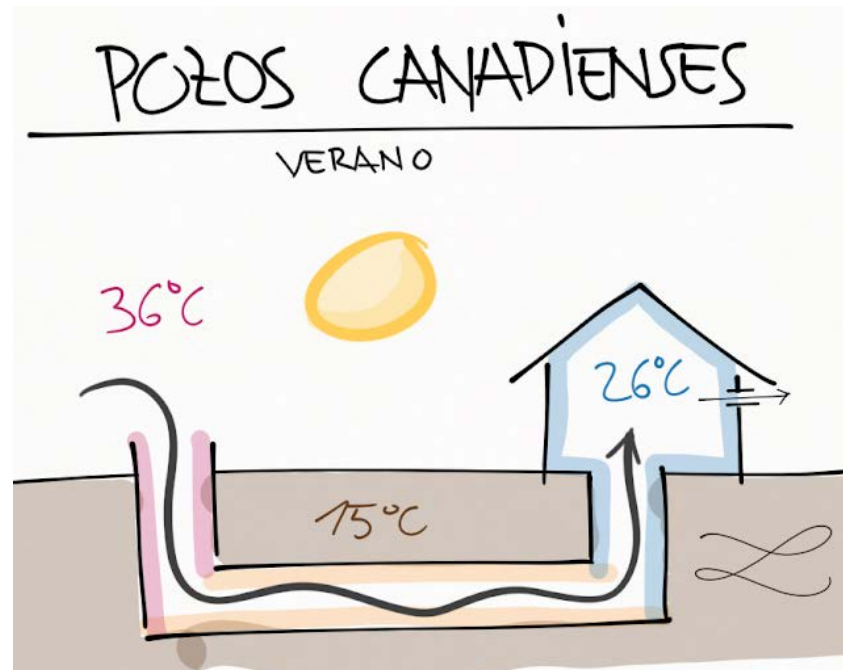


Figura 45. *Funcionamiento de pozo canadiense*

Fuente: (Sánchez Inocencio, 2016)

6.2 Estrategias de diseño activo

Las estrategias de diseño activo, a diferencia de los sistemas pasivos, hacen uso de sistemas de acondicionamiento que requieren un suministro de energía constante para poder funcionar.

Por ende, al diseñar un edificio para que sea eficiente, se debe priorizar el uso de estrategias de diseño pasivo, puesto que estas no consumen energía y no suponen un excesivo sobrecoste en comparación con lo que valdría una vivienda con cualquier otro diseño que no fuera eficiente. Las estrategias activas se emplean de forma complementaria a las primeras siempre y cuando se necesiten.

A continuación se procede a definir los sistemas activos más empleados:

- Recuperadores de calor: El R.I.T.E. en su IT 1.2.4.5.2. establece que *“En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado”*. (Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2013, p. 73)

El funcionamiento del recuperador se ha descrito previamente en el análisis del estándar Passivhaus.

- Enfriamiento gratuito “Free cooling”: Consiste en utilizar el aire exterior frío, únicamente filtrado, en lugar de recircular y tratar el aire de retorno procedente del interior (Candela Gómez & López Davó, 2014, p. 349). Existen tres sistemas de estas características:

- Sistemas aire-aire
- Sistemas tipo mixto aire-agua
- Torres de refrigeración

El más utilizado por sus características y buenos resultados, es el primero.

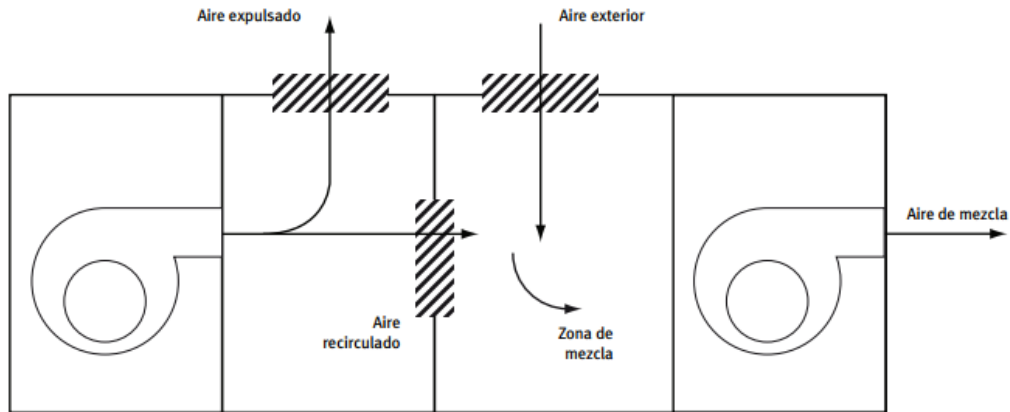


Figura 46. Esquema funcionamiento free cooling

Fuente: (Refricentro Colombia, 2017)

- **Aerothermia:** Consiste en obtener energía del aire para cubrir las necesidades de climatización y/o ACS. El sistema está formado por una bomba de calor (con un rendimiento aproximado del 75%). El pequeño consumo que requiere es el necesario para el funcionamiento de la bomba. (Certificados energéticos, 2014)

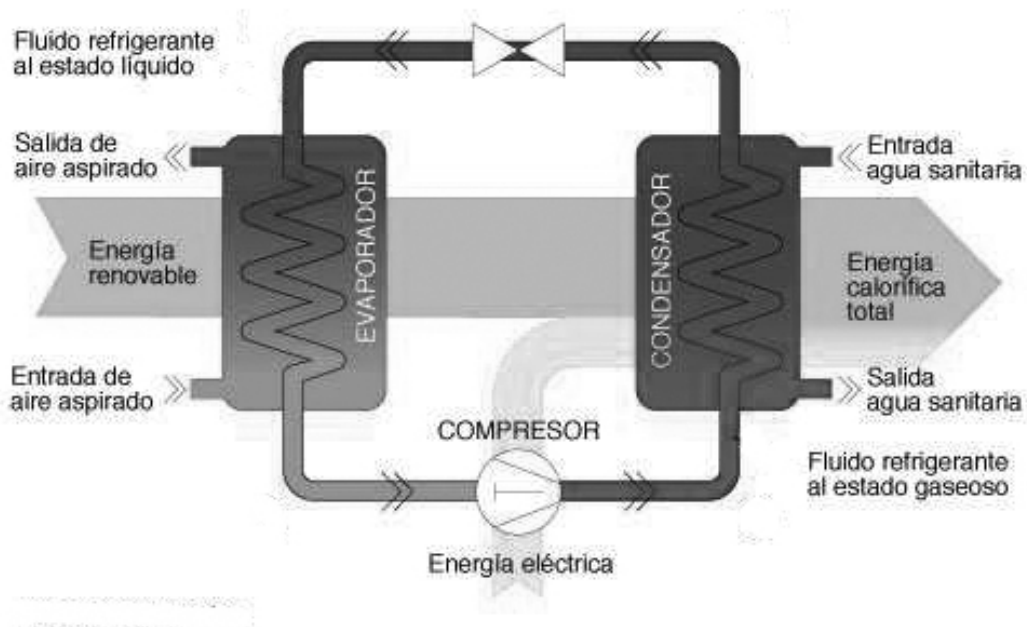


Figura 47. Esquema funcionamiento sistema aerothermia

Fuente: (Certificados energéticos, 2014)

Como ya queda reflejado en la Directiva 2010/31 (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010 art. 2), en los edificios nZEB la energía necesaria deberá producirse en su mayor parte mediante energías renovables ubicadas in situ o en el entorno. Utilizando energías renovables se consigue, por un lado, minimizar el impacto causado al medio ambiente, puesto que reducimos las emisiones de CO₂ y GEI; y por otro, si es posible cubrir la totalidad de la demanda de energía mediante su uso, se añade también la posibilidad de tener una edificación desconectada de la red, consiguiendo una vivienda completamente autosuficiente (objetivo que se pretende alcanzar).

A continuación se describen las fuentes de energía renovables más importantes (Caamaño Martín & González, 2004; De Garrido, 2012, 2013; Heywood, 2015; Josep María Minguet & Martínez, 2016a; Neila González & Acha Román, 2009; Serra, 1999) aplicables al presente proyecto.

- **Energía solar**

La energía solar es la que se obtiene de la radiación electromagnética emitida por el Sol. Esta radiación puede transformarse en energía de dos formas: mediante captadores solares térmicos o mediante módulos fotovoltaicos.

- **Solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en electricidad mediante células fotovoltaicas.

Es una fuente de energía totalmente limpia, puesto que para su obtención no se genera ningún tipo de gas de efecto invernadero. Además, en España es una opción altamente recomendable, puesto que es un país con gran cantidad de horas de sol al año.

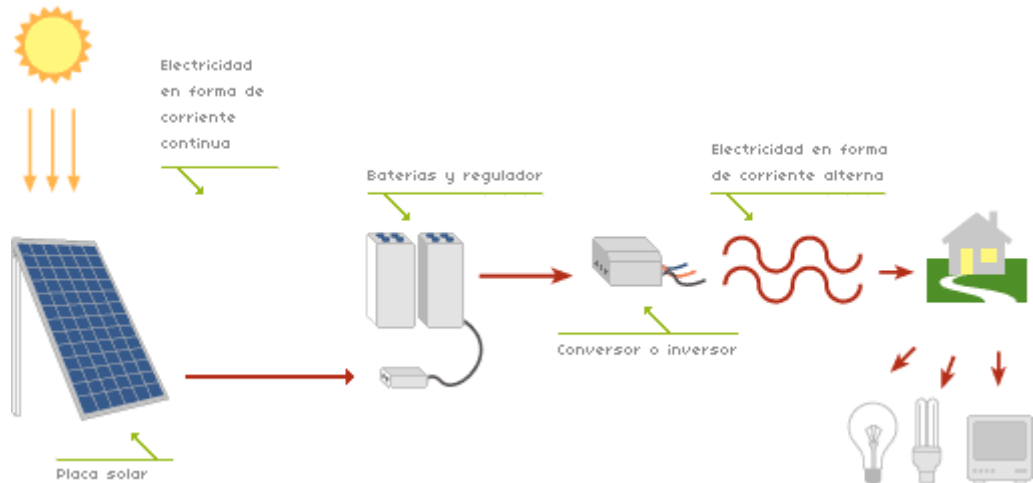


Figura 48. Sistema de energía fotovoltaica.

Fuente: ("Fotovoltaica aislada," 2017)

La instalación está formada por varios elementos:

- Paneles solares, constituidos por células fotovoltaicas que pueden ser de silicio monocristalino (las más eficientes), de silicio policristalino o de silicio amorfo.
- Baterías: Un inconveniente que tiene esta fuente de energía es que hay momentos en que no está disponible, como puede ser en los días nublados o por la noche. Además, durante el día es posible que los paneles capten más energía de la que estamos consumiendo en ese momento; por lo tanto, para evitar pérdidas de energía es necesario emplear unos acumuladores o baterías.
- Regulador de carga: El regulador es un dispositivo que controla en todo momento el estado de las baterías y regula la intensidad de carga para evitar que estas se puedan dañar por sobrecargas de tensión.
- Inversor: La electricidad producida por las placas solares está en corriente continua; para poder emplearla en la vivienda, es necesario un inversor que la transforme en corriente alterna.

○ Solar térmica

Este tipo de energía consiste en aprovechar la radiación del Sol para transferirla a un medio portador de calor, normalmente agua. Se utiliza para sistemas de ACS y calefacción.

El esquema básico de un sistema de energía solar térmica es el siguiente:

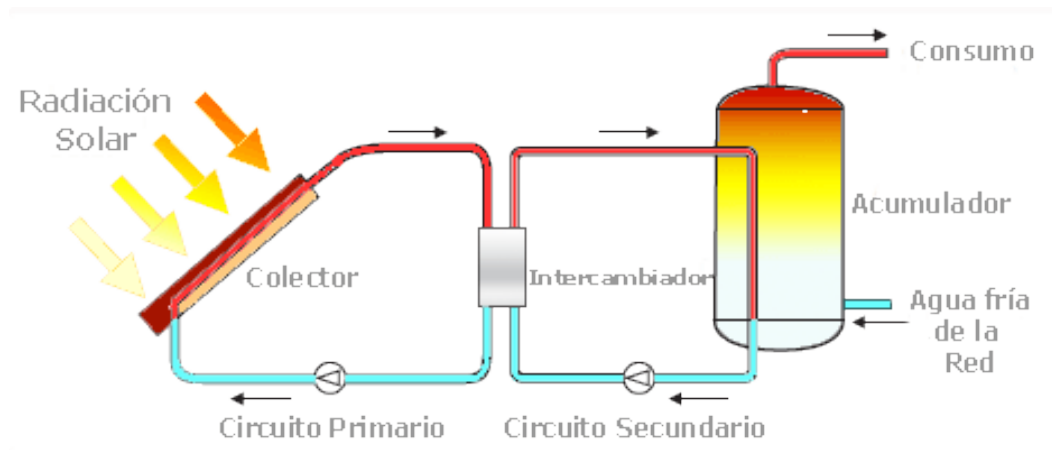


Figura 49. Instalación para captación de energía solar térmica.

Fuente: (Energía Solar, 2017)

Mediante este sistema, los colectores solares reciben la radiación solar, que hacen que se caliente un líquido que circula por su interior. Este líquido fluye a través de un circuito principal hasta el intercambiador donde se calienta el agua que posteriormente se empleará; a continuación, el agua caliente discurre a través de un circuito secundario llegando a un acumulador, donde se almacena hasta que sea necesario su uso. Finalmente, el líquido, que después de haber calentado el agua ha perdido calor, vuelve al colector solar para repetir el proceso.

Este tipo de instalaciones ya se utiliza en multitud de edificios de nueva construcción, desde que el CTE en su actualización lo exigiera para la obtención de ACS.

Es una fuente de energía muy rentable y válida para diversas opciones, la más común es para ACS, pero también se puede emplear para calefacción o incluso para climatización de piscinas.

- Energía eólica

La radiación solar calienta de forma diferencial la atmósfera, de manera que la temperatura del aire varía según zonas; el aire caliente tiende a subir, reduciendo la presión atmosférica, y el aire frío baja. Como resultado de estas diferencias de presión y temperatura aparece el viento.

La energía eólica aprovecha las corrientes de viento para obtener electricidad mediante el uso de aerogeneradores.

Un aerogenerador puede ser de eje horizontal o de eje vertical. Los de eje horizontal son los más comunes, puesto que son más eficientes.

El aerogenerador está conformado por las siguientes partes:

- Rotor: El rotor lo forman el conjunto de palas, que pueden llegar a tener un diámetro de 42 a 80 metros (entre 1,5 y 4 m aproximadamente para energía minieólica).
- Góndola: Es la parte que alberga el generador, multiplicador, etc.
- Multiplicador: Esta pieza no aparece en todos los modelos, pero es la encargada de transformar la velocidad del eje del rotor en alta velocidad.
- Generador: Es el elemento que transforma la energía mecánica del rotor en electricidad.
- Torre: Soporte de gran altura, para aprovechar mejor la intensidad del viento, que es mayor cuanto mayor sea la altura.
- Sistema de control: Regula la orientación de la góndola y la posición de las palas.

Los aerogeneradores están formados por un soporte, sobre el que está el rotor, constituido por varias palas que serán las que girarán con la fuerza del viento. Las corrientes de viento hacen girar las palas de los aerogeneradores; éstas, con su movimiento, accionan un generador eléctrico (dinamo) que transforma la energía mecánica en electricidad.

Para las viviendas en concreto, en ocasiones se hace uso de la energía minieólica, que consiste en utilizar aerogeneradores de potencia inferior a 100 Kw (Las potencias más habituales para **uso doméstico** oscilan entre unos **4 kW** y **10 kW**).



Figura 50. Sistema de energía minieólica en vivienda unifamiliar.

Fuente: (Ingeniería Verde, 2011)

- Energía geotérmica

La energía geotérmica es una energía de carácter renovable en la que se aprovecha el calor existente en el subsuelo para climatizar y conseguir ACS. Se considera una energía limpia y altamente eficiente, siendo válida tanto para grandes edificios (oficinas, hospitales, fábricas...) como para otros más pequeños, como pueden ser las viviendas. (“¿Qué es la energía geotérmica?” - Twenergy,” 2011)

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

A unos pocos metros bajo el suelo, el aceite y el agua permanecen a una temperatura constante de 10-15 °C todo el año. El fluido circula a través de una serie

de tuberías que se encuentran bajo tierra, hacia el edificio. Un compresor eléctrico y un intercambiador de calor empujan la temperatura hacia las tuberías y la envía a través de los conductos del sistema del edificio. Durante el verano este proceso es inverso. Las tuberías llevan el calor desde los hogares hacia el suelo o el agua exterior, donde es absorbido.

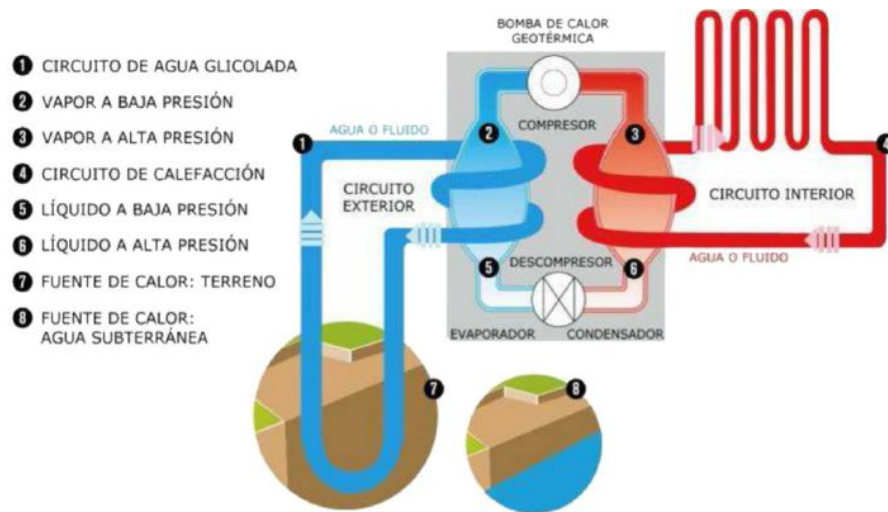


Figura 51. Esquema sobre el funcionamiento de una bomba de calor geotérmica
Fuente: (Verano Instalaciones, 2012)

- Biomasa

La biomasa es el resultante de utilizar materia orgánica como fuente energética (normalmente se usa como combustible para calderas o estufas). La materia orgánica puede ser de diversos orígenes (huesos de aceituna, restos de poda, pellets, etc.).

Mediante la combustión de esta materia sí que se genera CO_2 , por lo que esta práctica no resulta completamente limpia.

Con la anterior normativa, se consideraba que esta energía era de balance neto 0; es decir, se suponía que las plantas durante su vida útil habían absorbido el CO_2 que más adelante se emite con su combustión. Sin embargo, actualmente se considera un coeficiente de paso de energía final a primaria de 0,034 para el caso de biomasa no densificada, y 0,085 en el caso de biomasa densificada (pellets), así como

un factor de emisiones de CO₂ de 0,018 para ambos casos (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2014, p. 16).

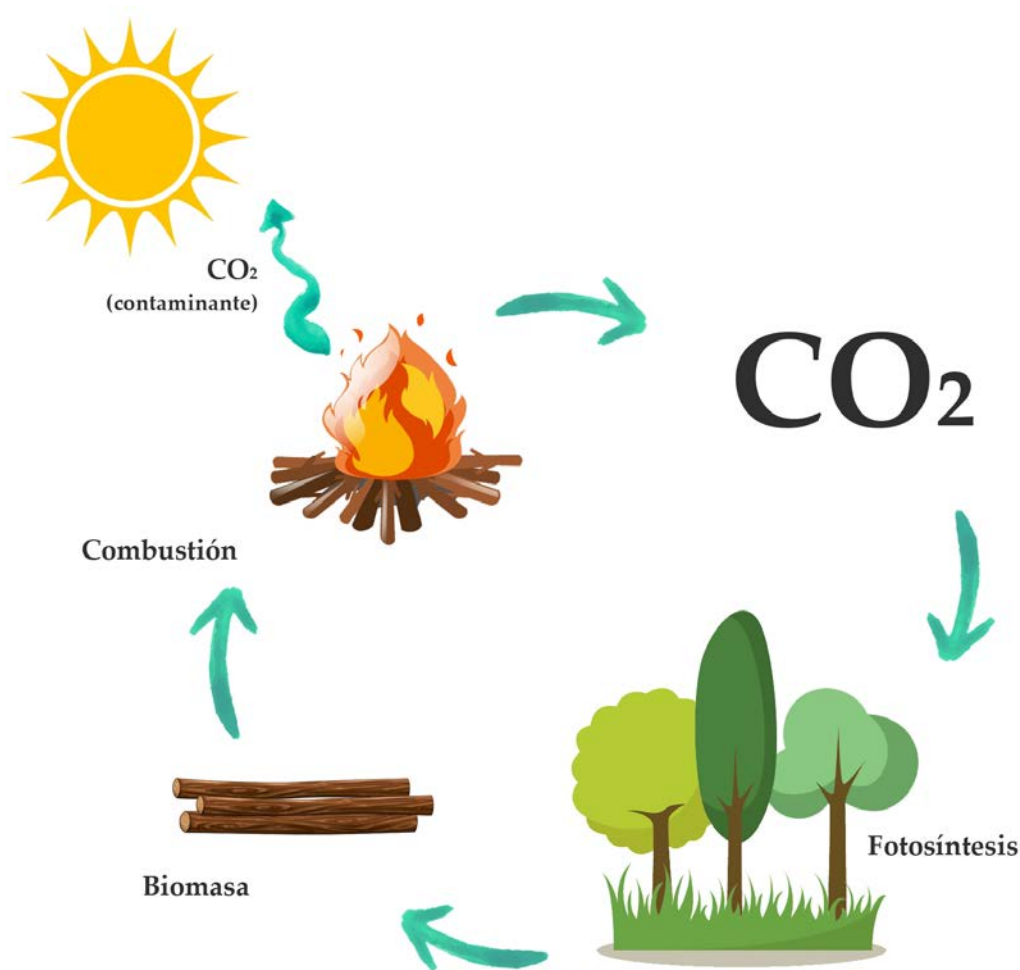


Figura 52. Ciclo de obtención y aprovechamiento de la biomasa.

Fuente: Elaboración propia.

7 CASO OBJETO DE ESTUDIO

En apartados anteriores, se han desarrollado las diferentes estrategias disponibles, tanto activas como pasivas. Para ver los efectos de su aplicación, se diseñará una vivienda modelo y se seleccionarán una serie de medidas para aplicar y estudiar la eficiencia final de la vivienda. La selección se realizará según lo que la autora considere más oportuno y beneficioso para la vivienda; no obstante, existen multitud de variaciones del diseño original, así como de combinaciones de sistemas activos.

7.1 Análisis de necesidades

Para que la vivienda sea habitable y confortable, necesitará ser dotada de los siguientes suministros:

- Agua
- Electricidad (para cubrir diversos consumos)
- ACS
- Climatización

Se parte del supuesto en el que la vivienda en cuestión está situada en un entorno rural al que resultaría muy costoso llevar la red eléctrica, por lo que se tratará, mediante energías renovables, de cubrir en su totalidad el consumo energético del edificio.

Asimismo, para que la vivienda pueda ser autosuficiente por completo, será necesario implantar un sistema de abastecimiento de agua potable.

Existen diferentes métodos para conseguirlo:

- *Aljibe*. Puede construirse un aljibe en el que se almacene el agua de lluvia para su posterior consumo. Comúnmente, para evitar que el agua almacenada se corrompa, se recubren las paredes internas del aljibe con una mezcla de cal, arena, óxido de hierro, arcilla roja y resina de lentisco.



Figura 53. Aljibe de San Nicolás (Granada)

Fuente: ("Aljibe de San Nicolás: AGENCIA albaicín GRANADA," 2018)

- *Aguas subterráneas.* En el caso de que una corriente de agua subterránea discorra por el solar en cuestión, se podrían realizar las perforaciones oportunas para acceder a ella. Al igual que el agua de lluvia, esta deberá tratarse adecuadamente para potabilizarla.
- *Suministro periódico.* En el caso de que fuera imposible conseguir agua en el medio existente, o la cantidad a la que se tuviera acceso no resultara suficiente, puede contratarse un suministro periódico mediante camión cisterna. De esta manera, el agua suministrada podría ser almacenada en un depósito apto para dicho uso.

1. Tanque
2. Cubierta telescópica con tapa de PE transitable
3. Dispositivo de filtración
4. Dispositivo de bombeo

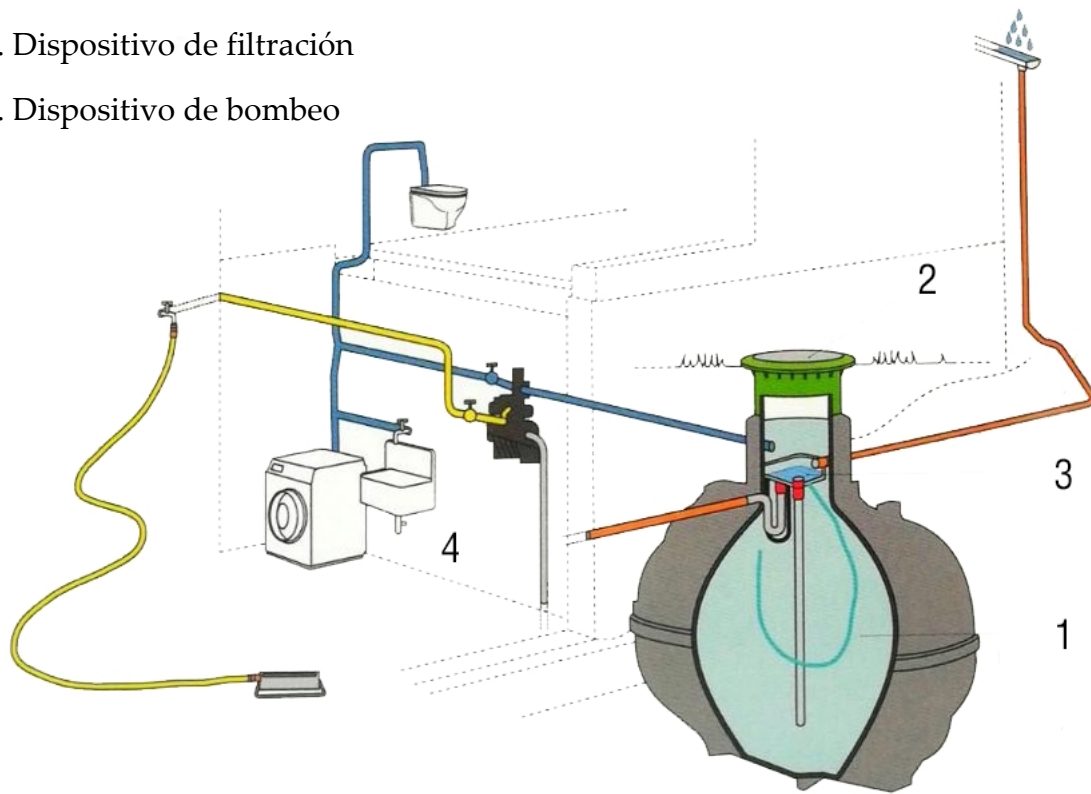


Figura 54. Sistema de recogida de aguas pluviales

Fuente: (Josep María Minguet & Martínez, 2016b, p. 12)

La reutilización de aguas grises de baja carga contaminante también es muy importante a la hora de reducir el consumo de agua global de la vivienda.

Las aguas grises son aquellas procedentes de fregaderos de cocina, lavavajillas, lavabos, duchas y lavadoras.

Para el reciclaje de aguas grises es necesaria la instalación de una estación regeneradora, que consta de varias etapas (Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), 2009, pp. 15–16):

1. Desbaste y/o decantación para separación de materia sólida de mayor tamaño
2. Reducción de contaminación orgánica mediante reactores biológicos de membrana (MBR)

3. Desinfección con cloro o por radiación ultravioleta

En el caso de las aguas procedentes de la cocina, previamente a la primera etapa de tratamiento, es necesario realizar una separación de grasas que suelen estar presentes en ellas.

Una vez obtenida el agua regenerada, esta puede ser empleada para el agua de las cisternas de los inodoros, o para riego del jardín y/o huerto.

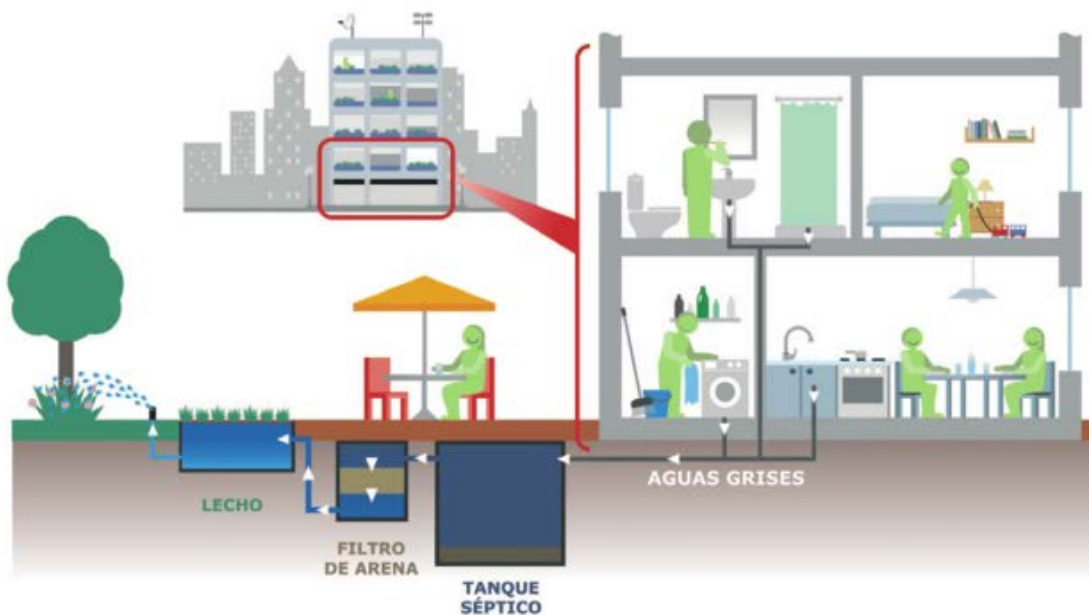


Figura 55. Sistema de tratamiento de aguas grises en vivienda

Fuente: (Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), 2009, p. 17)

El tratamiento de las aguas negras es más complicado. Las aguas negras son las que provienen de los inodoros y que contienen restos de materia orgánica. Tienen un elevado contenido de parásitos, siendo bastante peligrosas por su posible propagación de infecciones. Adecuadamente tratadas, pueden utilizarse para el riego y fertilización de cultivos.

En el presente trabajo no se va a profundizar en el estudio y desarrollo del sistema de recogida y reutilización de agua. Se propone como futura línea de investigación, el estudio del sistema de abastecimiento y reutilización de aguas óptimo para conseguir que la vivienda modelo sea autosuficiente por completo.

7.2 Emplazamiento

No se va a designar un solar específico, si no que será un caso genérico para la provincia de Alicante. La particularidad de este caso ejemplo radica en que su emplazamiento está en el medio rural, por lo que no se dispone de redes de suministro, y el hecho de intentar conectarse a ellas no sería rentable económicamente hablando o no sería posible de ejecutar desde el punto de vista técnico.

Puesto que dentro de la provincia existen diferentes zonas climáticas según la altitud, se estudiarán todos los escenarios posibles. El Anexo B del DB-HE1 (Ministerio de Fomento, 2017a, p. 27) establece, en función de la altitud de la zona en cuestión, las siguientes zonas climáticas:

- Altitud < 250 m → B4
- Altitud < 700 m → C3
- Altitud ≥ 700 m → D3

Para obtener los datos climatológicos de cada zona se hará uso del programa Climate Consultant. Puesto que las localizaciones disponibles son únicamente las capitales de provincia, para los casos de zonas con mayor altitud, cogeremos otras ciudades a las que les corresponda la misma zona climática.

De este modo, se procederá a obtener los datos de las siguientes ciudades:

- Zona B4 → Alicante
- Zona C3 → Granada
- Zona D3 → Albacete

En el presente proyecto se va a diseñar una única vivienda, y al disponer de diferentes zonas climáticas en la provincia, resultará más complicado desarrollar un diseño que sea adaptable a todos los escenarios, puesto que como se ha expuesto previamente, las decisiones que se adopten pueden resultar beneficiosas en una zona climática y resultar contraproducentes en otra zona diferente. Para ello, se va

a proceder a examinar los diferentes climas que se encuentran y, más adelante, se analizará el conjunto de estrategias aplicables y se escogerá la combinación que se considere más versátil para el caso en cuestión.

7.2.1 Zona climática B4

En la gráfica que se muestra a continuación aparece la temperatura media a lo largo del año en la ciudad de Alicante. Se puede apreciar que existen unas temperaturas relativamente suaves a lo largo del año, manteniéndose siempre, en mayor o menor medida, dentro de la zona de confort térmico (20-24 °C). El mes más frío es enero, y el pico más caluroso se encuentra en el mes de agosto, alcanzando los 35 °C.

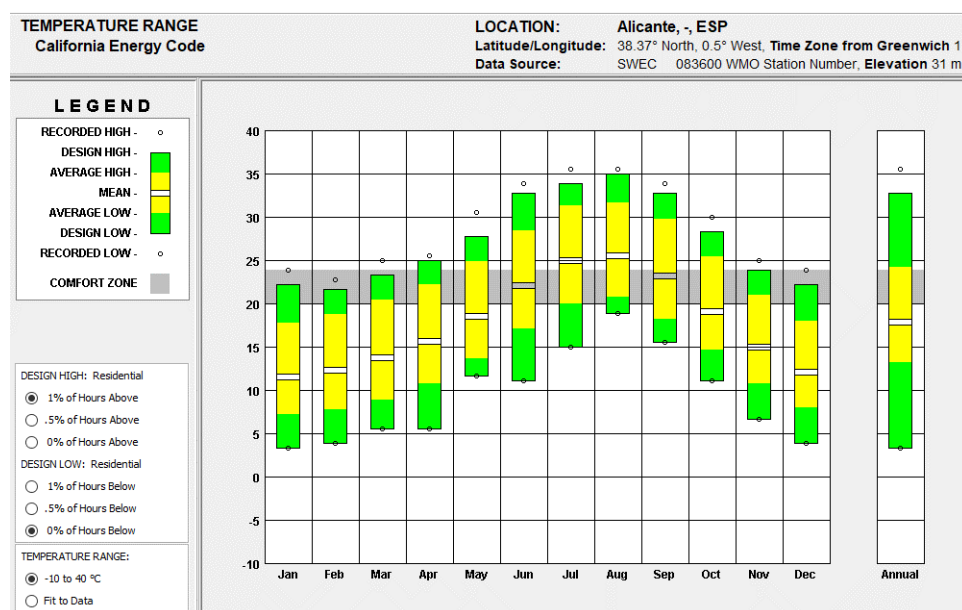


Figura 56. Temperatura media a lo largo del año en Alicante

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

En la siguiente gráfica aparecen representadas la temperatura seca y la humedad relativa en los diferentes meses del año. En este caso la humedad relativa es siempre bastante alta.

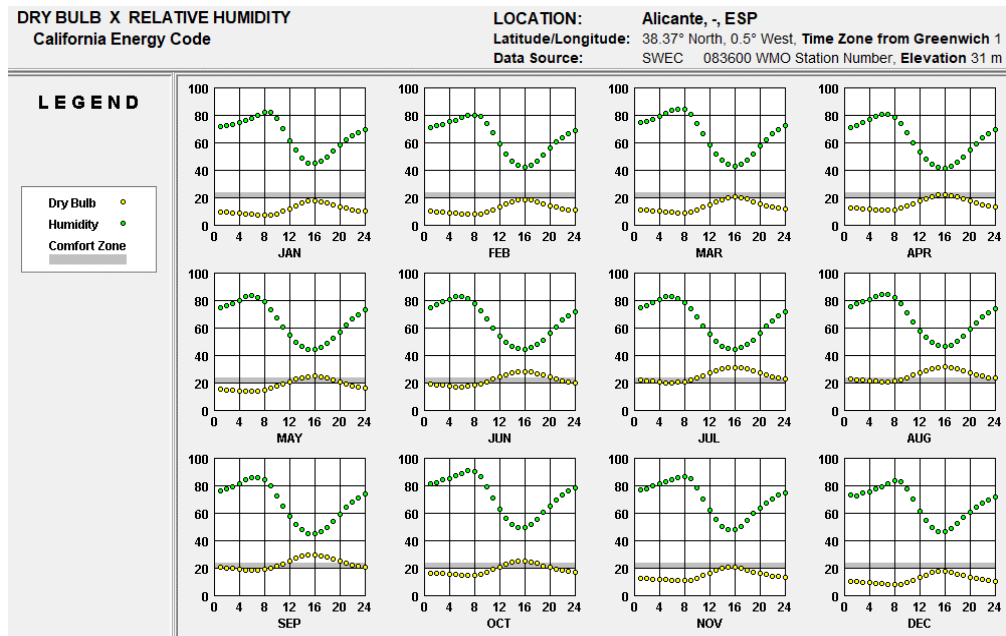


Figura 57. Temperatura seca y humedad relativa a lo largo del año en Alicante

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

Finalmente, se presenta en las siguientes dos gráficas el grado de irradiación solar para los periodos de invierno- primavera y verano-otoño.

Claramente se aprecia una mayor radiación solar durante los meses de verano y principios de otoño (en los que se necesitará hacer uso de elementos de sombra para proteger la vivienda), mientras que durante el invierno no se recibe sol suficiente, por lo que será necesario captar la mayor cantidad de radiación solar posible.

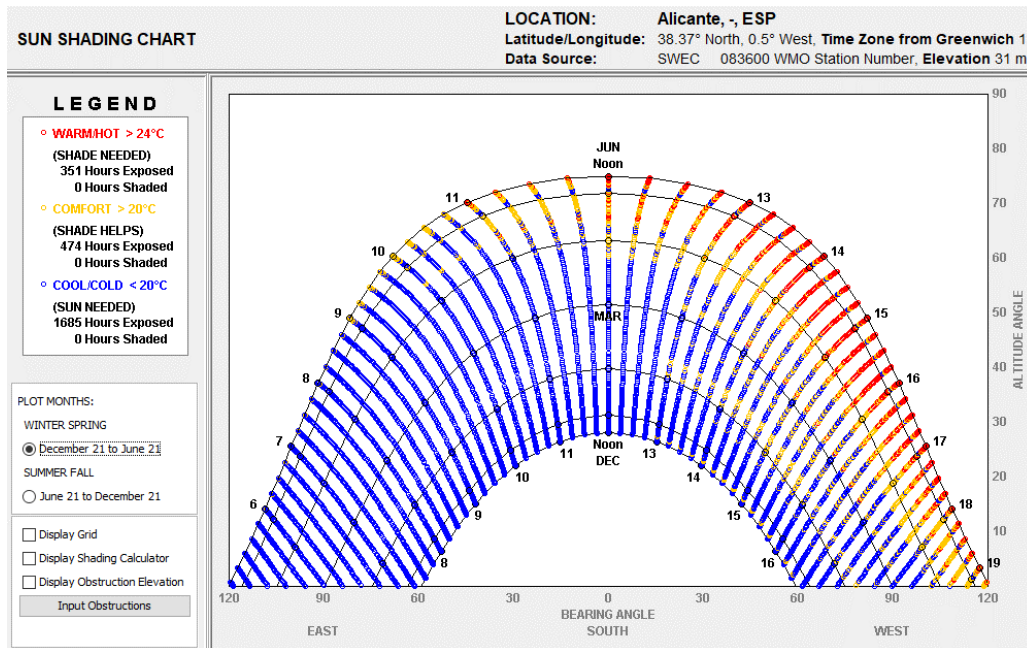


Figura 58. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el periodo invierno-primavera en Alicante

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

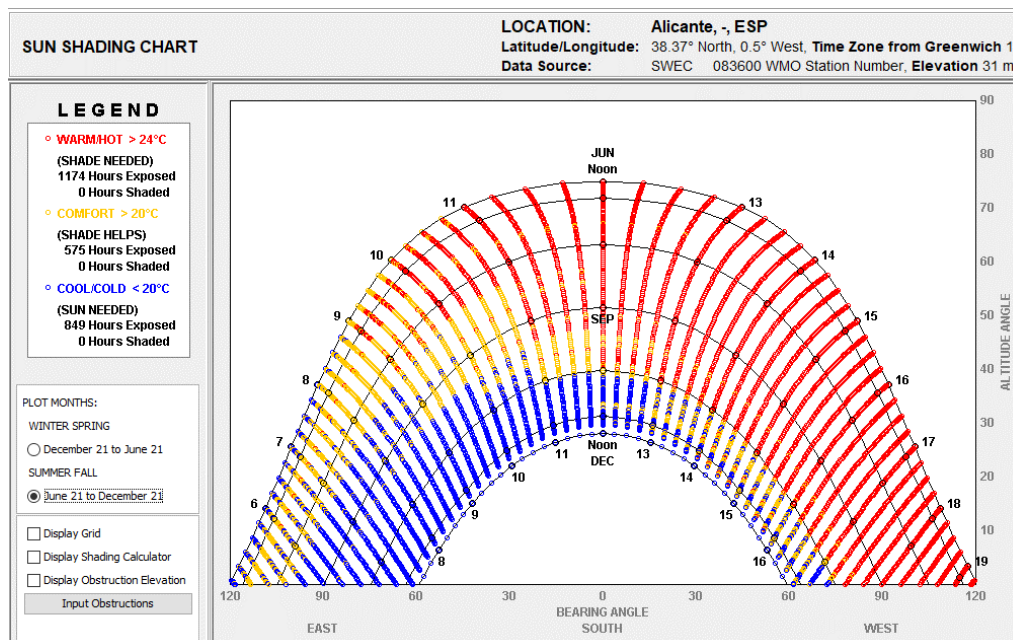


Figura 59. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el período verano-otoño en Alicante

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

7.2.2 Zona climática C3

En esta zona climática aparecen temperaturas más extremas, alcanzándose picos por debajo de los 0°C en invierno y superando los 35°C en verano. De hecho, en los meses de diciembre y enero no se llega a alcanzar en ningún momento la zona de confort térmica.

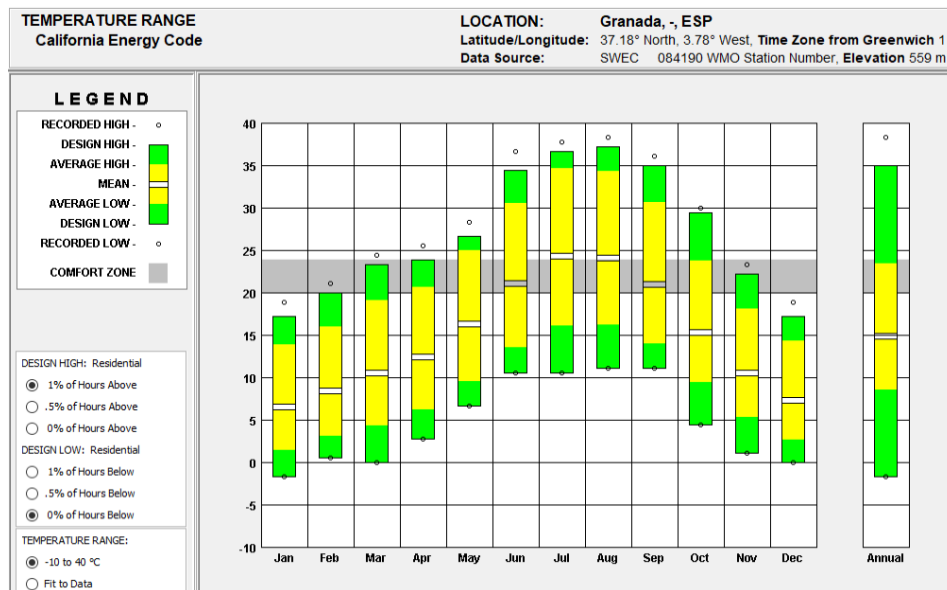


Figura 60. Temperatura media a lo largo del año en Granada

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

Con respecto a la humedad, en este caso existen mayores fluctuaciones. Se aprecia un mayor descenso de la humedad en los meses de verano, llegando incluso a intersecar su línea representativa con la de la temperatura. Por el contrario, los meses de invierno mantienen una humedad relativa muy alta debido a las abundantes precipitaciones.

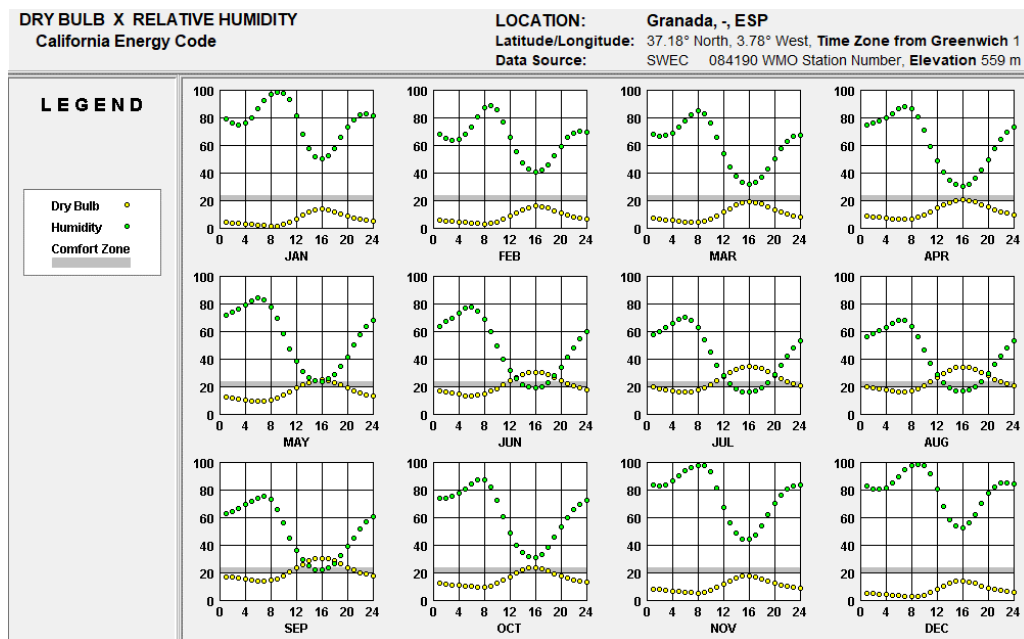


Figura 61. Temperatura seca y humedad relativa a lo largo del año en Granada

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

Con respecto a la radiación solar, en este caso será igualmente necesaria la utilización de elementos para aportar sombra en verano, y maximizar todo lo posible la captación solar durante el resto del año.

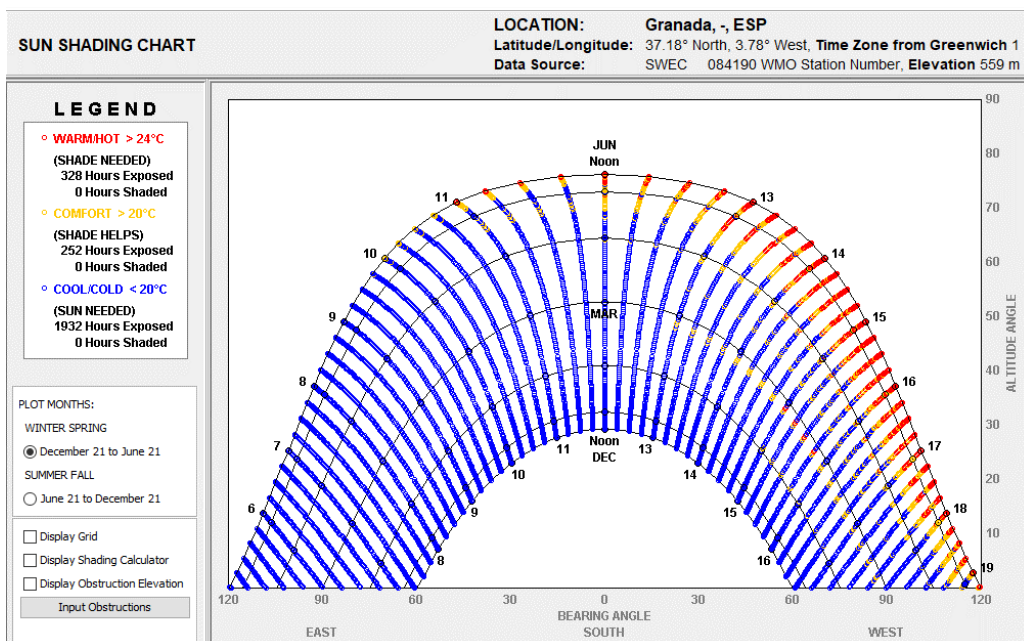


Figura 62. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el periodo invierno-primavera en Granada

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

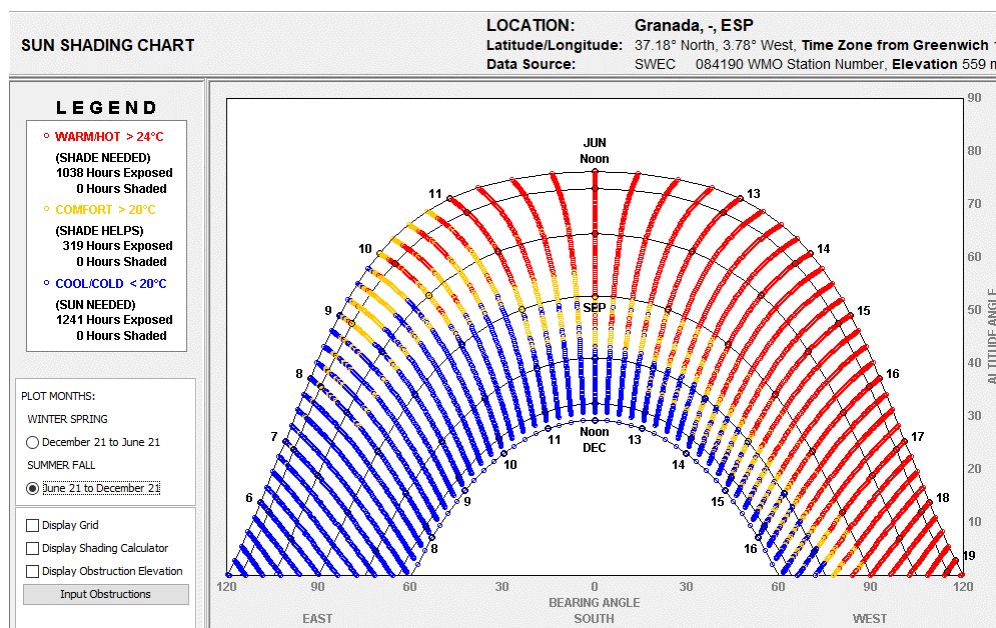


Figura 63. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el período verano-otoño en Granada

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

7.2.3 Zona climática D3

En cuanto a las temperaturas, esta zona climática se asemeja bastante a la anterior, presentando unos máximos y mínimos extremos.

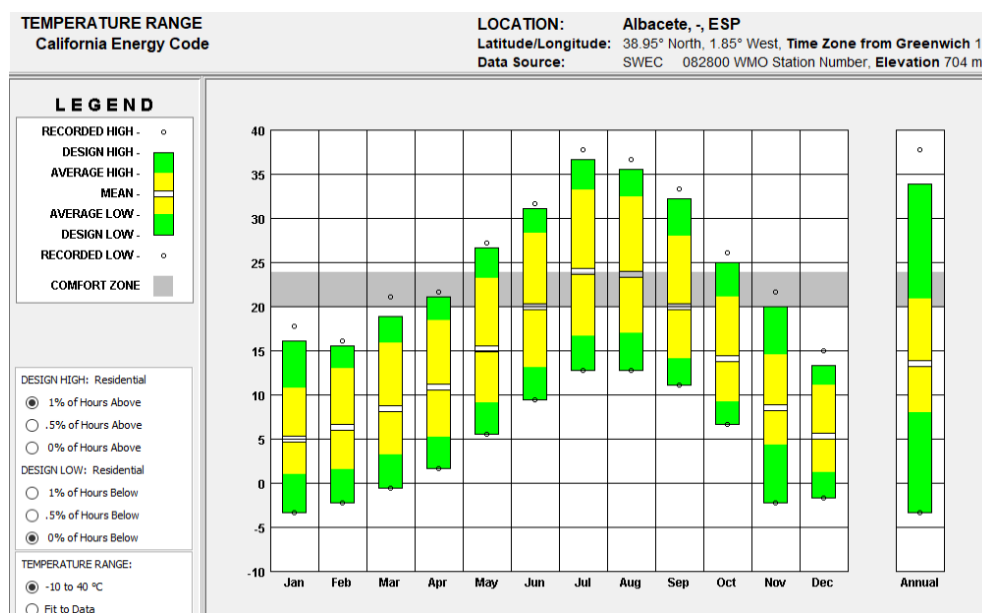


Figura 64. Temperatura media a lo largo del año en Albacete

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

La humedad relativa también se asemeja a la anterior zona climática, aunque en este caso esta empieza a decrecer antes del comienzo del verano, agravándose su descenso más durante estos meses. Los meses que presentan una mayor humedad relativa son diciembre y enero.

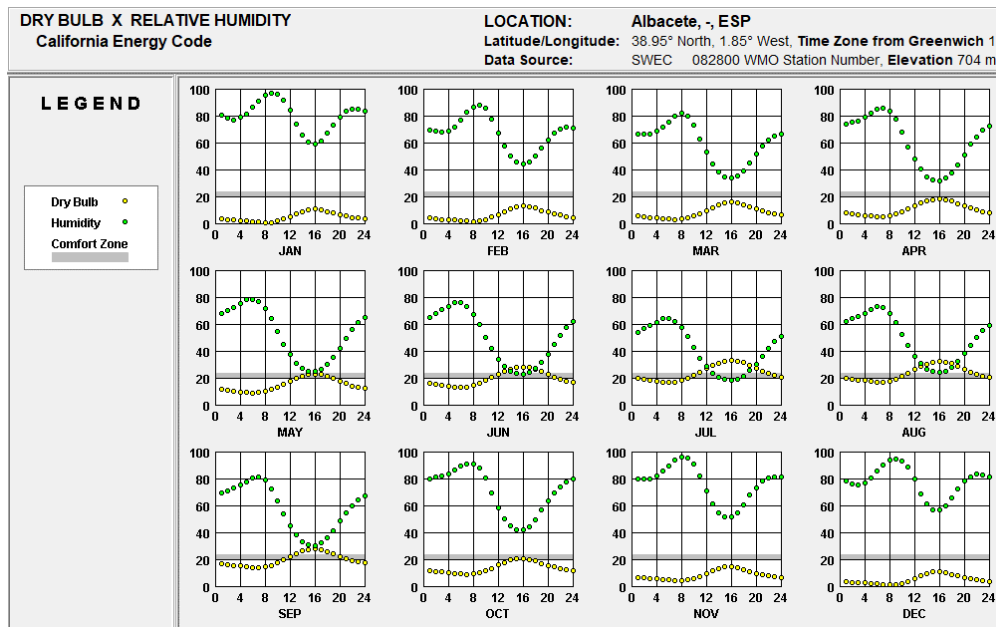


Figura 65. Temperatura seca y humedad relativa a lo largo del año en Albacete

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

Finalmente, si se observan los niveles de radiación se detecta la necesidad, una vez más, de aportar sombra en los meses de verano. Para este caso, en los meses de primavera y otoño también se dispone de muy poca radiación solar, por lo que en esta zona climática son especialmente importantes la captación solar mediante sistemas pasivos y la compacidad del edificio.

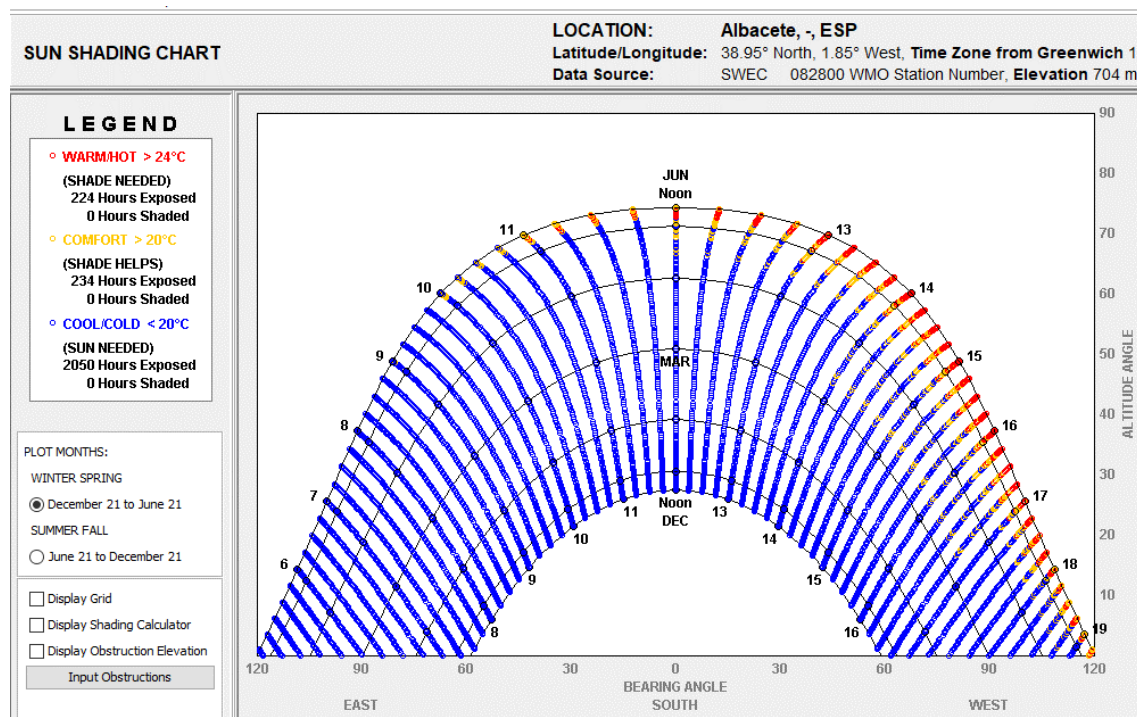


Figura 66. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el periodo
invierno-primavera en Albacete

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

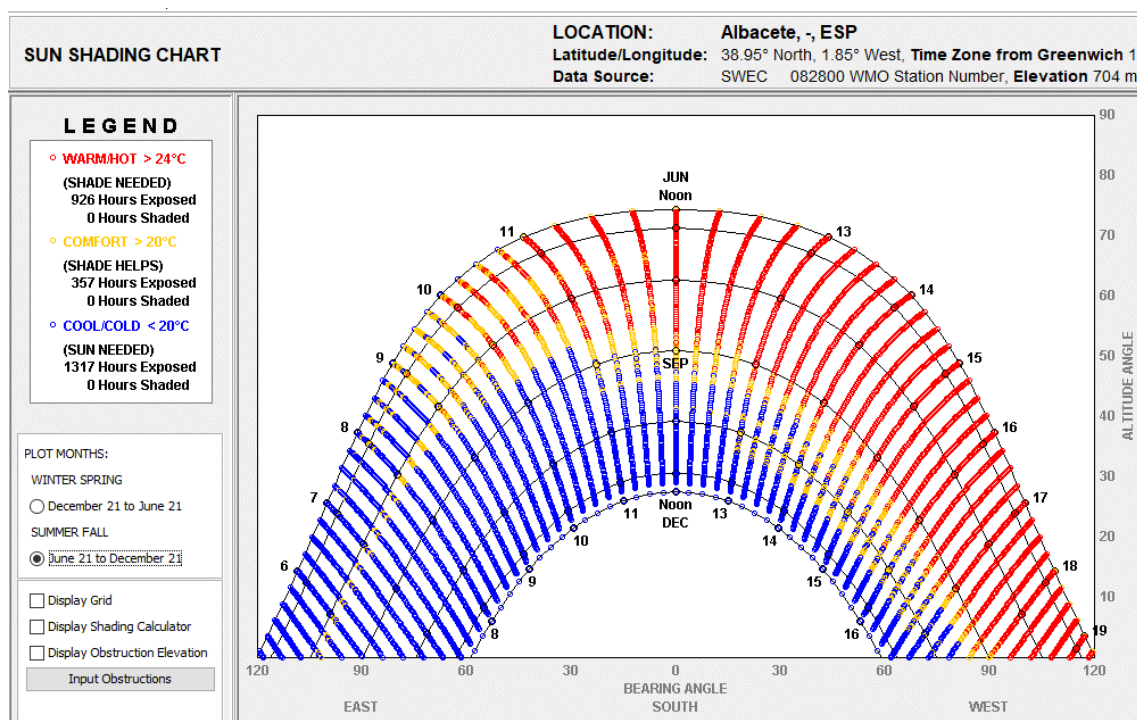


Figura 67. Irradiación solar y necesidad de sombreamiento en el período
verano-otoño en Albacete

Fuente: Elaboración mediante Climate Consultant

7.3 Características de la vivienda

7.3.1 Estrategias de diseño pasivo

Para realizar el diseño de la vivienda, hay que tener en consideración las diferentes estrategias de arquitectura bioclimática. En el desarrollo del marco teórico se realizó un análisis de las estrategias disponibles en materia de arquitectura bioclimática y eficiencia energética. Dicho esto, es necesario analizar el coste de las diferentes medidas disponibles. Existen algunas muy económicas o que incluso no añaden ningún coste extra a la ejecución tradicional. Sin embargo, hay otras bastante caras. En la siguiente figura podemos ver la clasificación de las diferentes estrategias en función de su coste, creando así el “modelo de las pirámides invertidas”

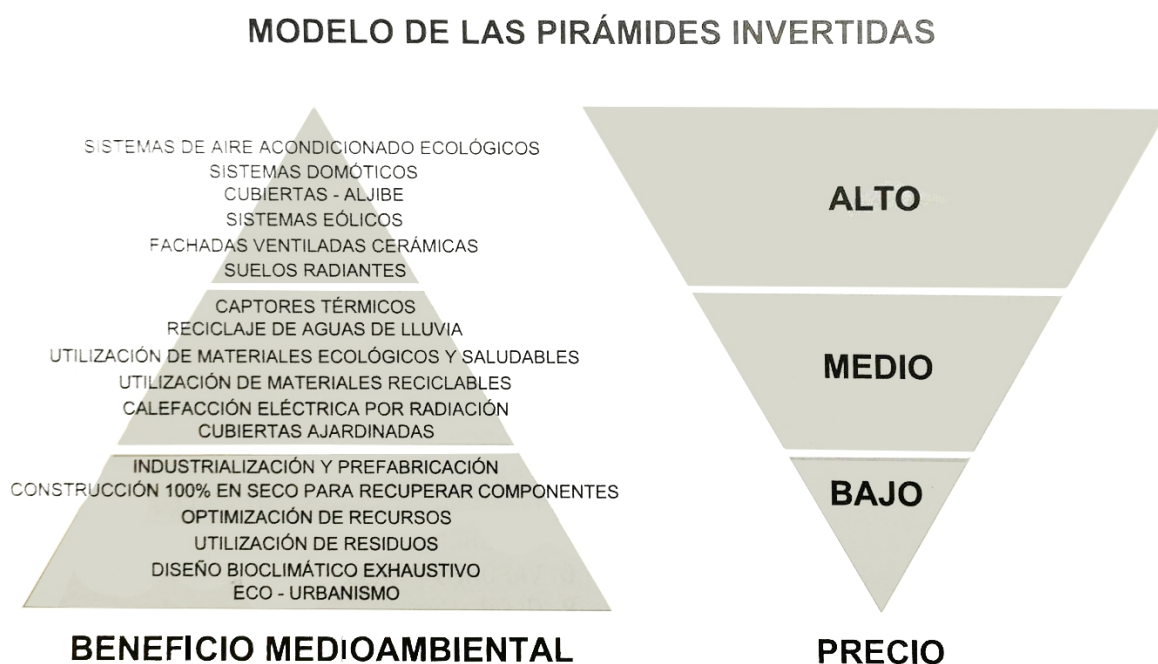


Figura 68. Diagrama modelo de las pirámides invertidas

Fuente: (De Garrido, 2009, p. 32)

Para la vivienda en cuestión, resulta complicado escoger unas directrices muy específicas de diseño, puesto que, tal y como se ha mencionado anteriormente, estas variarán en función del clima y las condiciones del entorno. Al diseñar una vivienda

que pueda ubicarse en tres zonas climáticas distintas, las estrategias que se apliquen deberán ser lo más versátiles posible, para que, al cambiar de zona climática, estas no interfieran en el correcto funcionamiento del edificio.

Además, el objetivo es diseñar una vivienda que pueda ser construida en la realidad, por lo que interesa que las estrategias elegidas no encarezcan en demasía el precio final para que la vivienda pueda ser económicamente viable.

Teniendo en cuenta el análisis de estrategias planteado en el apartado 6 del presente trabajo, finalmente se han tomado las siguientes medidas con respecto al diseño de la vivienda:

ESTRATEGIAS GENERALES			SISTEMAS Y SOLUCIONES
DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	DIS	CAPTACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR	Ubicación
			Forma
			Orientación

Figura 69. Estrategias pasivas de diseño general del edificio

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Con respecto a las estrategias de diseño general del edificio, se ha optado por diseñar una vivienda de una única planta con forma rectangular, a lo largo de un eje este-oeste, de manera que quede una mayor superficie de fachada orientada hacia el sur; tal y como se ha estudiado previamente, esta es la disposición más ventajosa para el caso de climas templados (Aronin, 1953; López de Asiain Alberich, 2003; Neila González & Acha Román, 2009; Olgyay, 1963). De esta manera, el edificio resulta compacto y se comporta correctamente ante los condicionantes climáticos, a la vez que recibe radiación solar a través de su fachada sur.



Figura 70. Infografía 3D de la fachada norte de la vivienda

Fuente: Elaboración propia



Figura 71. Infografía 3D de la fachada sur de la vivienda

Fuente: Elaboración propia



Figura 72. Infografía 3D de la fachada sur de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la distribución interior, se han orientado las estancias principales al sur; de esta manera todas disponen de iluminación natural a lo largo del día. Por consiguiente, se han dejado en la cara norte el pasillo de entrada y el baño.

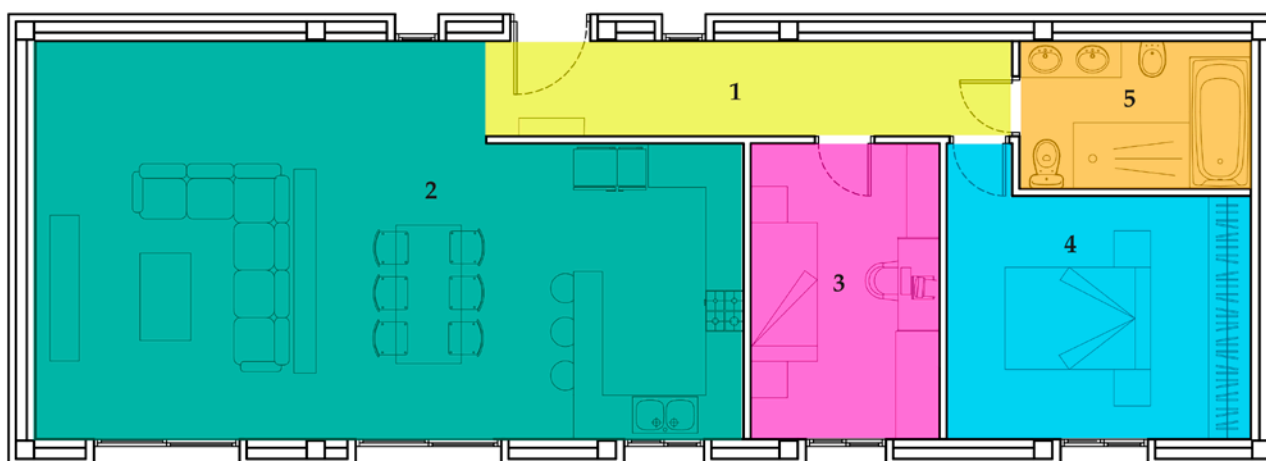


Figura 73. Plano de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

	ESTANCIA	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
1	Entrada / pasillo	5,08
2	Salón / comedor / cocina	50,68
3	Dormitorio 1	10,51
4	Dormitorio 2 (Principal)	14,59
5	Baño	6,43
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL		87,29 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA		108,19

*Tabla 3. Cuadro de superficies**Fuente: Elaboración propia*

MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	MET	CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA	Mejora del aislamiento térmico
			Fachadas ventiladas
			Cubiertas ventiladas
			Fachadas vegetales o ajardinadas
			Cubiertas vegetales o ajardinadas
			Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica
		ACUMULACIÓN TÉRMICA	Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica

Figura 74. Estrategias pasivas de mejora de la envolvente térmica

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Para mejorar la envolvente térmica, se ha escogido como material de cerramientos, tanto en fachada como en suelos y cubierta, paneles de Compoplak; se trata de paneles prefabricados formados por un núcleo de aislamiento térmico entre dos capas de fibras sintéticas, que permiten su montaje en seco. Se describen con más profundidad sus características a continuación en el apartado 7.3.2. Además, puesto que los paneles de Compoplak lo permiten, el anclaje del revestimiento de fachada se realizará mediante una estructura metálica auxiliar formando una cámara ventilada. De esta forma, se contribuirá a reducir el sobrecalentamiento del edificio durante los meses de verano, mientras que en invierno se puede emplear la fachada como elemento de acumulación térmica cerrando la cámara de aire.

Con respecto a los huecos, se empleará carpintería con altas prestaciones y una baja inercia térmica; se trata de perfilaría metálica con RPT con absorptividad 0,65

(puesto que este tipo de perfiles presentan un buen comportamiento térmico, se descartan los de PVC para simplificar el estudio). Para mejorar la estanqueidad de las ventanas, estas se han planteado con hojas abatibles u oscilobatientes; únicamente se proponen hojas correderas para el caso de las balconeras, puesto que este tipo de apertura tiene un peor comportamiento térmico.

ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN (invierno)			
CALEFACCIÓN SOLAR	CS	DIRECTA	Ventanas y lucernarios
		INDIRECTA	Invernaderos y galerías acristaladas Muros captadores y acumuladores

Figura 75. Estrategias pasivas de calefacción solar

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Se ha previsto la mayor parte de huecos en fachada al sur, de manera que durante el invierno estos dejen pasar la radiación solar, lo que permite calentar la vivienda mediante captación directa. En cuanto a captación indirecta, tal y como se ha explicado anteriormente, la fachada ventilada tendrá la posibilidad de cerrar la cámara de aire para que no sea ventilada, de modo que funcione como acumulador térmico.

Con respecto a la cubierta, se han descartado las de tipo vegetal e inundada; la primera por el mantenimiento que requiere, y la segunda porque en la ubicación que se plantea el caso práctico (provincia de Alicante) hay un nivel muy escaso de precipitaciones, lo que dificulta y encarece su mantenimiento. Ya empleando los paneles prefabricados de aislante en cubierta se obtiene una transmitancia térmica muy reducida.

ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN (verano)			
PROTECCIÓN SOLAR	PS	EXTERIOR	Umbráculos o pérgolas
		PARASOLES	Parasoles
		PERSIANAS Y CONTRAVENTANAS	Persianas y contraventanas
		VEGETACIÓN	Vegetación
VENTILACIÓN NATURAL	V	VIDRIOS ESPECIALES	Vidrios especiales
		PERSIANAS Y ESTORES	Persianas y estores
		CRUZADA	Huecos
		CON TIRO TÉRMICO	Efecto chimenea
TRATAMIENTO DEL AIRE	TA	ASPIRACIÓN ESTÁTICA (EFECTO VENTURI)	Aspiración estática (efecto Venturi)
		INDUCIDA	Torre de viento
		ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	Agua
		REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE	Vegetación
			Conductos enterrados
			Patios
			Refrigeración nocturna

Figura 76. Estrategias pasivas de calefacción solar

Fuente: Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66)

Como protección solar, se colocarán parasoles fijos de lamas horizontales en la fachada sur, donde se encuentra la mayor superficie de huecos. Asimismo, se propone la plantación de árboles de hoja caduca cerca de esta fachada para añadir protección en verano y permitir el paso del sol en invierno; esta última medida no se tendrá en cuenta a la hora de realizar los cálculos.

Para la ventilación, la vegetación situada en torno al edificio contribuye a reducir la temperatura mediante enfriamiento evaporativo. Además, aunque la mayor parte de huecos de fachada se encuentran al sur, se han ubicado algunos huecos en la fachada norte para favorecer la ventilación cruzada.

7.3.2 Sistema constructivo

Puesto que la vivienda se encuentra en una zona rural, se ha decidido emplear sistemas constructivos en seco, facilitando así el transporte de materiales y herramientas a obra, además de reducir la cantidad de residuos de construcción generados.

Por este motivo, la estructura se realizará mediante elementos de madera, excepto la cimentación, que será de hormigón armado.

Para los cerramientos (tanto de fachada como de cubierta) y divisiones interiores se ha escogido un sistema constructivo mediante paneles prefabricados, más concretamente los paneles “COMPOPLAK” de Grupo Valero.

Se trata de paneles formados por un núcleo de EPS, revestido por ambas caras con fibra de vidrio y composites, consiguiendo así piezas resistentes a la par que ligeras. Dichos paneles pueden emplearse tanto para cerramientos exteriores, como para pavimento y divisiones interiores. Los paneles son de forma rectangular, de dimensiones 1,20 x 3,00, pudiendo fabricarse en una gran variedad de espesores.

Es importante reseñar que los paneles no funcionan por sí solos como cerramiento, es necesaria la ejecución del sistema completo de estructura portante más paneles y revestimiento exterior.

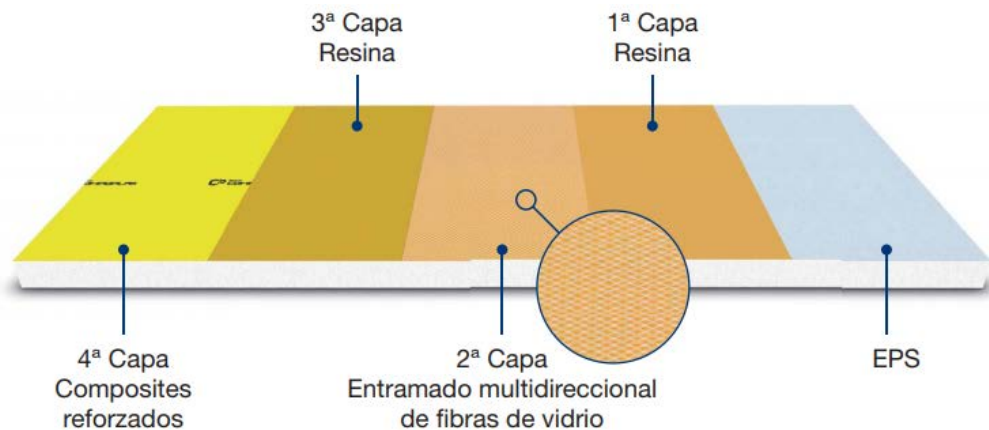


Figura 77. Capas que forman los paneles Compoplak.

Fuente: (Grupo Valero, 2017)

Estos paneles disponen de unas altas prestaciones (Grupo Valero, 2018a):

- Mantienen ante los cambios de temperatura una estabilidad dimensional prácticamente del 0% en todas sus dimensiones (Grupo Valero, 2018a).
- Presentan una clase E de reacción al fuego que, tras aplicar un revoco de mortero, pasa a ser clase B.

- Poseen una buena ductilidad frente al sismo, cualidad especialmente interesante dado que la ubicación de la vivienda objeto se sitúa en la provincia de Alicante.

A continuación se procede a explicar las características de los cerramientos que se pretenden proyectar, así como la correcta manera de su ejecución:

Puesto que se ha elegido emplear una estructura de madera, para el anclaje de los paneles se debe utilizar un tornillo adecuado al soporte, como pueden ser los tornillos autorroscantes para madera, pero teniendo en consideración que deberá ser de una longitud suficiente, para que se pueda introducir al menos 2 cm en el elemento metálico a perforar. Asimismo, se debe tener en cuenta que la arandela deberá tener un diámetro mínimo de 2 cm. (Grupo Valero, 2018b, pp. 2-3)



Figura 78. Fijación mecánica de panel horizontal (izqda.) y panel vertical (dcha.) a estructura de madera

Fuente: "Recomendaciones de uso e instalación del sistema Compoplak" (Grupo Valero, 2018b, p. 3)

La unión entre paneles se recomienda realizar mediante la combinación de soldadura química y anclaje mecánico.

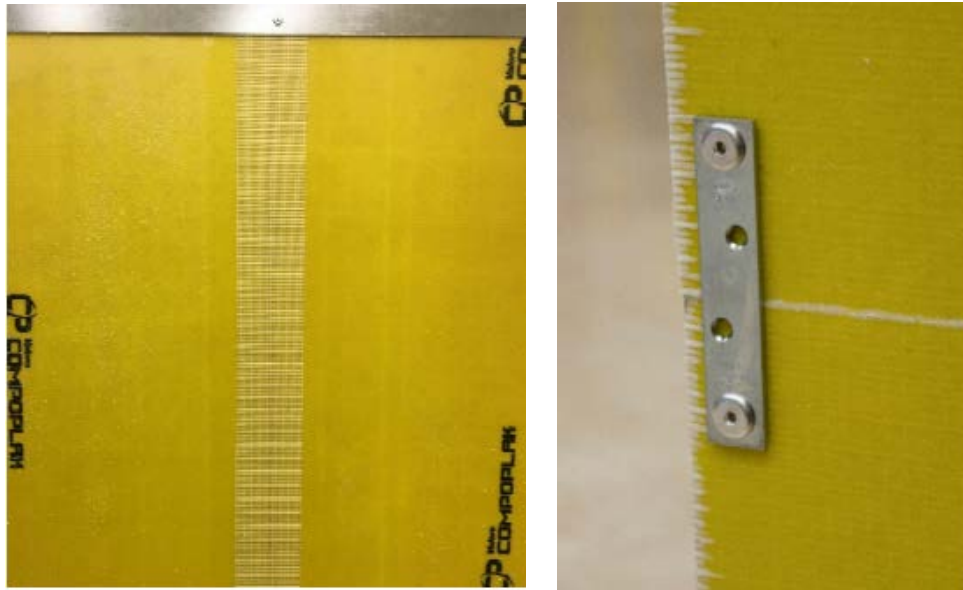


Figura 79. Unión de paneles mediante soldadura química: malla de fibra de vidrio + resina de poliéster (izqda.) y pletina de unión entre paneles por el interior (dcha.)

Fuente: “Recomendaciones de uso e instalación del sistema Compoplak” (Grupo Valero, 2018b, p. 8)

Con respecto al revestimiento exterior, “el panel Compoplak está diseñado para ser utilizado únicamente para “construcción seca”, es decir, sin emplear ningún tipo de mortero u otro material que necesite agua para su utilización. De esta manera, la forma idónea de revestimiento discontinuo se realiza mediante fijaciones mecánicas, ya sea a través de perfilaría metálica u otro material, o fijando el elemento directamente al panel de forma mecánica o mediante anclaje mixto (adhesivo y fijación mecánica)” (Grupo Valero, 2018b, p. 5). Por tanto, se ha decidido colocar como revestimiento un aplacado cerámico anclado mecánicamente mediante perfilaría metálica, para poder generar la cámara de aire necesaria para una fachada ventilada.

Hacia el interior se colocará un trasdosado de placa de yeso laminado (en adelante, PYL) mediante entramado de madera, de esta manera se podrán realizar las instalaciones sin necesidad de realizar rozas en los paneles Compoplak, lo que reduciría sus propiedades. En el trasdosado se colocará un aislamiento de lana roca, para evitar la propagación de ruido aéreo.



Figura 80. Trasdoso de PYL mediante rastreles de madera

Fuente: "Recomendaciones de uso e instalación del sistema Compoplak" (Grupo Valero, 2018b, p. 7)

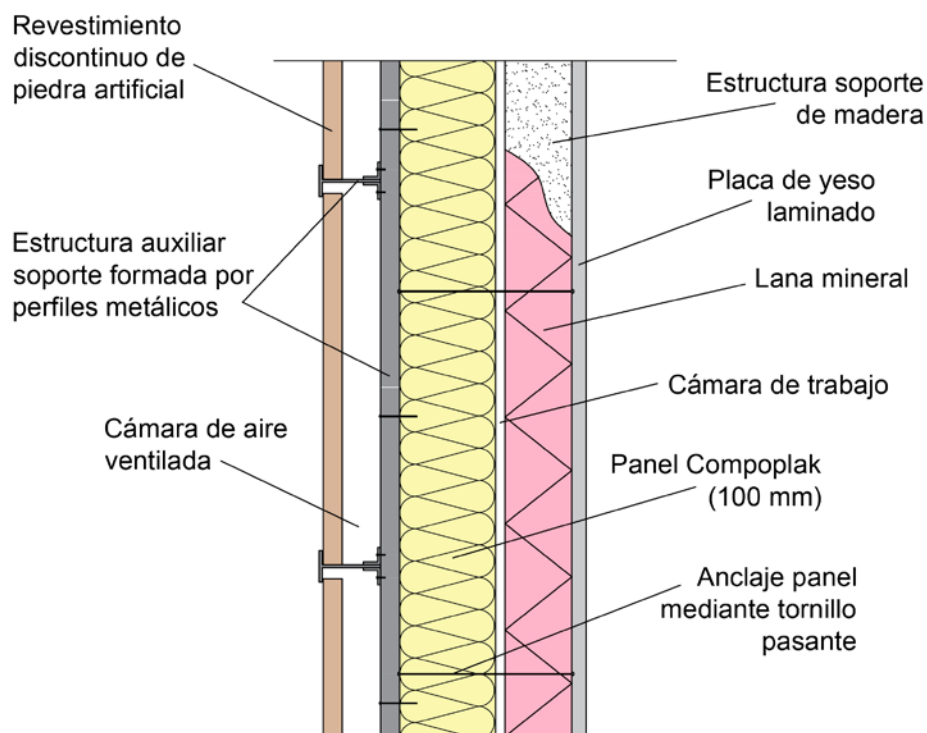


Figura 81. Detalle constructivo de fachada ventilada con Compoplak

Fuente: Elaboración propia

Dado que el material lo permite, la cubierta se ejecutará igualmente con Compoplak, optando por resolverla como cubierta plana no transitable. Su ejecución resulta prácticamente igual a la de una cubierta al uso, teniendo en cuenta

que el aislamiento térmico ya está incluido en los paneles; únicamente hay que tener que cuenta que, para la impermeabilización de la cubierta, deben evitarse láminas que para su fijación requieran la aplicación de calor mediante llama, puesto que esto podría dañar al Compoplak (Grupo Valero, 2018b, p. 10).



Figura 82. Maqueta de cubierta inclinada con Compoplak sobre estructura de madera

Fuente: Elaboración propia



Figura 83. Detalle constructivo 3D de cubierta plana con Compoplak sobre estructura de madera

Fuente: Grupo Valero

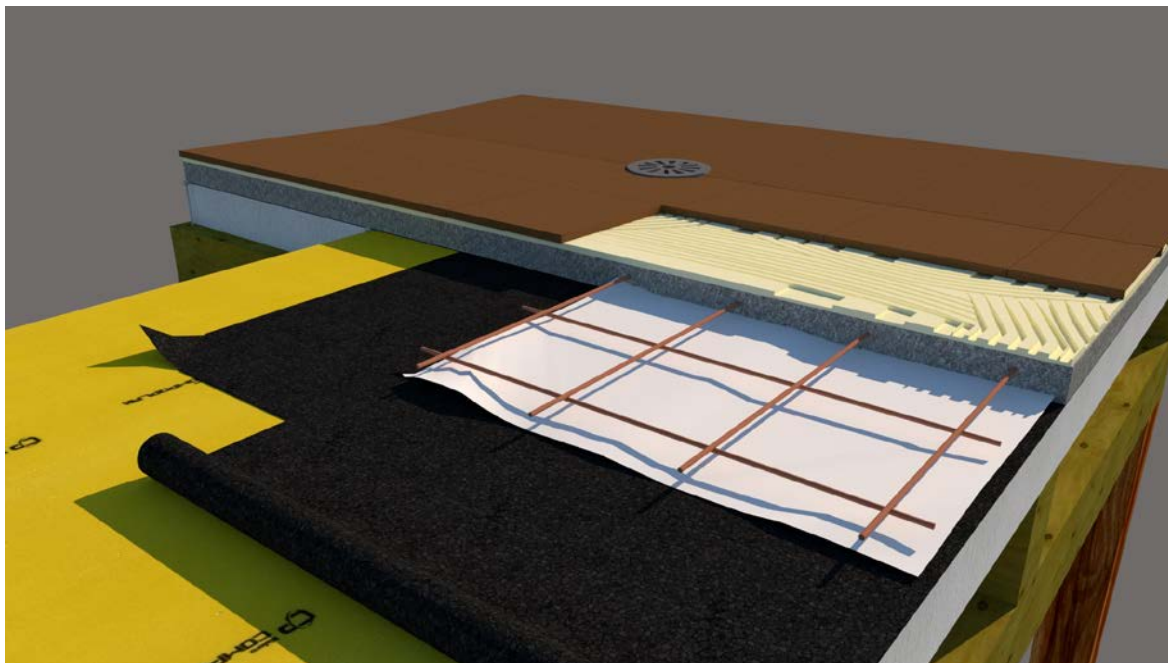


Figura 84. Detalle constructivo 3D de cubierta plana con Compoplak sobre estructura de madera

Fuente: Grupo Valero

7.3.3 Cálculo caudal de ventilación según DB-HS3

A continuación se va a proceder a realizar el cálculo del caudal de ventilación constante para la vivienda diseñada, según la tabla 2.1. del DB-HS3 (Ministerio de Fomento, 2017b).

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ⁽¹⁾ ⁽²⁾			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Tabla 4. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2017b)

Para este caso, entramos en la tabla a través de 2 dormitorios, y de esta manera obtenemos los caudales correspondientes a las diferentes estancias:

CAUDAL LOCALES SECOS

- Dormitorio 1 = 4 l/s
- Dormitorio 2 (principal) = 8 l/s
- Salón – comedor = 8 l/s
- *TOTAL* = 20 l/s

CAUDAL LOCALES HÚMEDOS

- Cocina = 7 l/s
- Baño = 7 l/s
- *TOTAL* = 14 l/s < 24 l/s

CAUDAL TOTAL SISTEMA VENTILACIÓN: 20 l/s < 24 l/s → 24 l/s

8 ESTIMACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS Y ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Para el estudio energético de la vivienda planteada, se ha utilizado la herramienta HULC. Mediante este programa es posible realizar un modelado básico del edificio, definiendo los materiales y composición de cerramientos correspondiente.

Con respecto a los cerramientos, tal y como se ha definido en el apartado 7.3.2. se ha empleado un sistema de paneles de aislamiento entre capas de fibra sintética colocados en seco sobre estructura de madera (Grupo Valero, 2017, 2018a, 2018b). A continuación se muestran imágenes del proceso de configuración de los cerramientos con el sistema escogido; para una mayor optimización, se ha optado por obviar aquellas capas de los cerramientos cuyo espesor es mínimo, a excepción de elementos cuya eliminación pudiera modificar las características globales del cerramiento.

Nombre

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,020	1,300	1700	1000	
2	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
3	Compoplak 100	0,100	0,035	20	1210	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
5	MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0,040	0,031	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

Figura 85. Composición cerramiento de fachada

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,020	1,300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,700	1350	1000	
3	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050	2,300	2400	1000	
4	Caucho celular	0,020	0,060	70	1500	
5	Compoplak 100	0,200	0,035	20	1210	
6	FU con viquetas de madera con entrevigado	0,200	1,335	840	800	
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0,180
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
9						

Grupo Material

Material

U W/(m²K)

Figura 86. Composición cerramiento de cubierta

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

En cuanto a las particiones interiores, únicamente se ha definido la fábrica mediante placa de yeso laminado, puesto que los revestimientos pueden variar en función de las estancias adyacentes; además, estas separaciones se han considerado de tipo adiabático para los cálculos.

Para la carpintería exterior, se han definido las características técnicas tanto del vidrio como de los marcos en función de las fichas técnicas de los productos escogidos (adjuntas en el anexo 9), que han sido: para las balconeras el modelo Cor Vision Corredera RPT, y para las ventanas el modelo Cor 60 RPT en su versión abatible; ambas de la casa comercial Cortizo.

Una vez definidos todos los cerramientos y huecos de fachada, se ha modelado el edificio según el diseño propuesto, cambiando únicamente los datos de la ubicación para simular el mismo caso en las zonas climáticas que se pretenden estudiar.

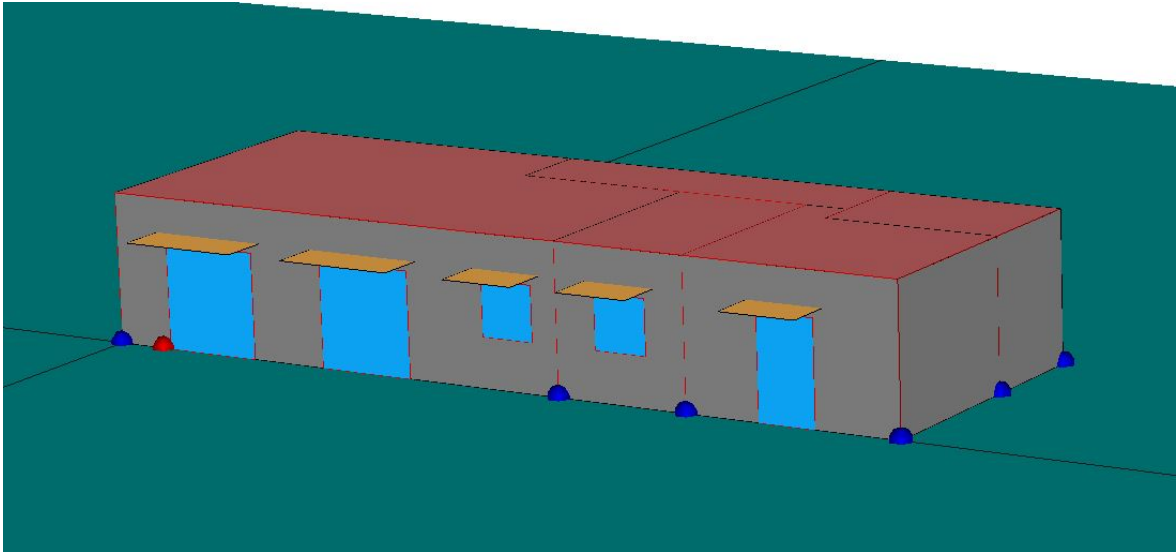


Figura 87. Modelado de la vivienda en HULC (vista fachadas sur y este)

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

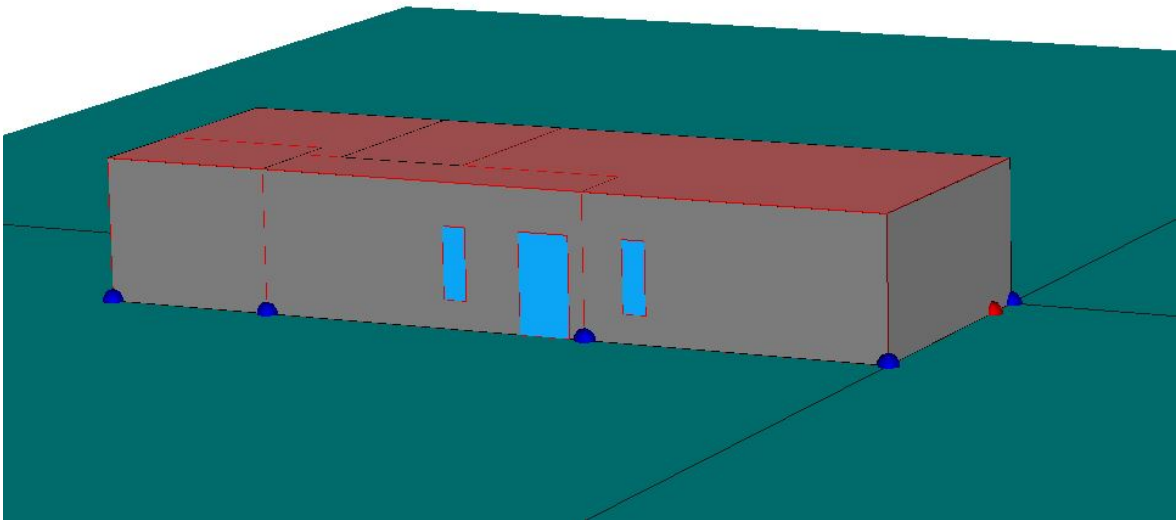


Figura 88. Modelado de la vivienda en HULC (vista fachadas norte y oeste)

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Para mejorar la eficiencia del edificio, se ha tenido en cuenta la instalación de un recuperador de calor con rendimiento del 90%. Para realizar esta simulación, se recalcula el caudal de ventilación; si bien en el cálculo inicial realizado según el DB-HS3 en el apartado 7.3.3. del presente trabajo se obtuvo un caudal de 24 l/s, tras la instalación del recuperador el caudal de ventilación pasaría a ser de 2,4 l/s.

Ventilación del edificio residencial

☐ Se acepta el valor de ventilación por defecto (0,63 renovaciones por hora)

Caudal de ventilación del edificio o vivienda [litros/s]

Figura 89. Definición de nuevo caudal de ventilación en HULC

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Para una mejora adicional, tal y como se analizó en el apartado de estrategias de diseño, se ha previsto la colocación de parasoles fijos de lamas horizontales sobre los huecos de la fachada sur. Además, en la definición de propiedades de los huecos se ha modificado el corrector del factor solar instalado de 1,00 a 0,50; esto permite simular el efecto de un sistema domótico que, según la incidencia del sol, pueda subir o bajar las persianas.

Propiedades del Hueco Salientes laterales y voladizos Dispositivos basados en Lamas

Saliente Lateral Izquierdo		Voladizo		Saliente Lateral Derecho	
Longitud LD:	<input type="text" value="0,00"/> m	Longitud OD:	<input type="text" value="1,00"/> m	Longitud RD:	<input type="text" value="0,00"/> m
Longitud LA:	<input type="text" value="0,00"/> m	Longitud OA:	<input type="text" value="0,20"/> m	Longitud RA:	<input type="text" value="0,00"/> m
Longitud LB:	<input type="text" value="0,00"/> m	Longitud OB:	<input type="text" value="0,20"/> m	Longitud RB:	<input type="text" value="0,00"/> m
Longitud LH:	<input type="text" value="0,00"/> m	Longitud OW:	<input type="text" value="1,60"/> m	Longitud RH:	<input type="text" value="0,00"/> m
		Ángulo:	<input type="text" value="90,00"/> grad.		

Figura 90. Definición de protecciones solares para huecos de ventana

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Propiedades del Hueco | Salientes laterales y voladizos | Dispositivos basados en Lamas

Nombre:

Tipo de Hueco:

Definición de Hueco:

Localización y Geometría

X: m

Y: m

Altura: m

Anchura: m

Retranqueo: m

Coeficiente de corrección por dispositivo de sombra estacional

	No Instalado	Instalado
Corrector del Factor Solar	<input type="text" value="1.00"/>	<input type="text" value="0.50"/>
Corrector de Transmitancia Térmica	<input type="text" value="1.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>

Figura 91. Modificación de corrector del factor solar instalado

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Tras la especificación de todos los datos necesarios, se ha procedido a realizar el cálculo de comprobación de las demandas para las diferentes zonas climáticas, tras el cual se ha definido un sistema de climatización por aerotermia mediante el programa Calener-BD.

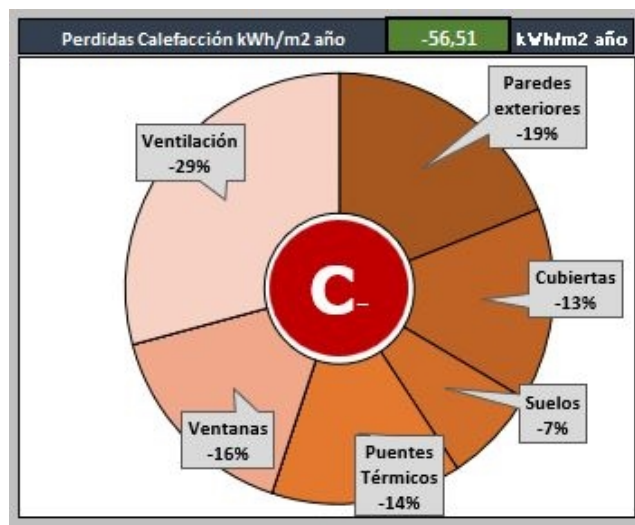
Finalmente, tras añadir los sistemas necesarios, se procede a obtener la calificación energética de la vivienda, realizando un posterior dimensionado aproximado para definir un sistema de placas solares fotovoltaicas orientativo.

A continuación se procede a desarrollar este mismo procedimiento para las tres zonas climáticas que se están estudiando.

8.1 Zona climática B4

8.1.1 Análisis de la demanda de calefacción

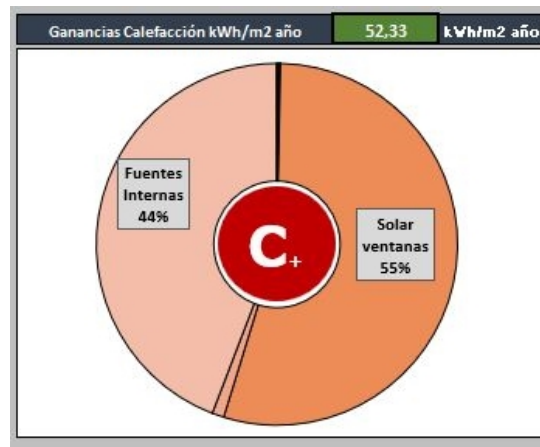
Se puede apreciar que el mayor porcentaje de pérdidas es debido a la ventilación de la vivienda, seguido de los cerramientos de fachada y huecos. Las pérdidas a causa de la cubierta y los puentes térmicos son prácticamente iguales; y el elemento a través del cual se producen menos pérdidas es el suelo.



Gráfica 7. Pérdidas calefacción de vivienda en zona climática B4

*Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)*

Con respecto a las ganancias de calefacción, existen dos factores que se encuentran casi al mismo nivel; las fuentes internas y la captación solar a través de las ventanas. El primero es un factor fijo en el que no podemos crear modificaciones, puesto que hay una serie de circunstancias que siempre se van a mantener (ocupantes de la vivienda, electrodomésticos, etc.); en cuanto al segundo, se verifica que la ubicación de una mayor superficie de huecos en la fachada sur propicia la captación solar y contribuye a la calefacción natural de la vivienda.

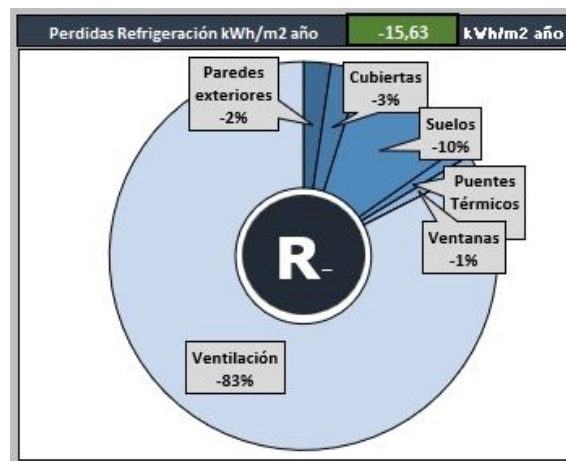


Gráfica 8. Ganancias calefacción de vivienda en zona climática B4

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

8.1.2 Análisis de la demanda de refrigeración

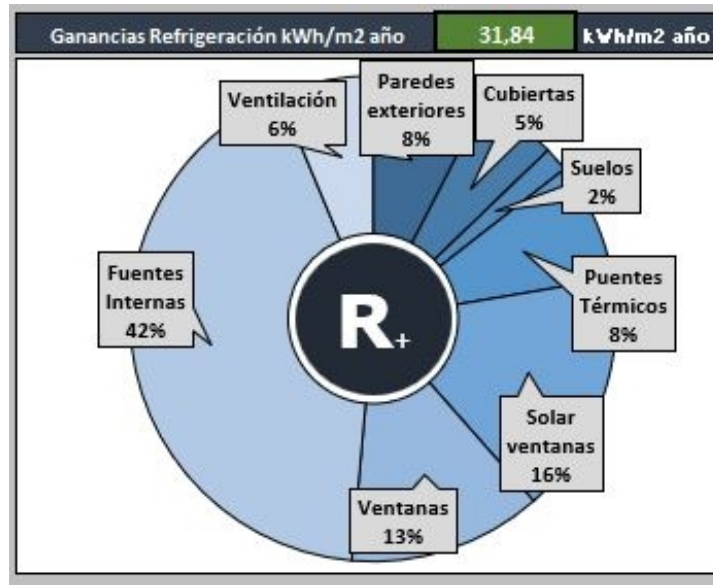
Analizando los datos de refrigeración para este caso, se observa que el principal motivo de refrigeración de la vivienda es la ventilación, con un 83%; esto prueba que mediante una correcta ventilación del edificio es posible reducir notablemente la temperatura en el interior durante el verano. El resto de factores, en comparación, tienen un valor casi despreciable para el análisis.



Gráfica 9. Pérdidas refrigeración de vivienda en zona climática B4

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

En lo referente a las ganancias, las fuentes internas son el mayor causante, seguido por los huecos de ventana; las ganancias del resto de elementos no resultan muy relevantes con respecto al balance total.



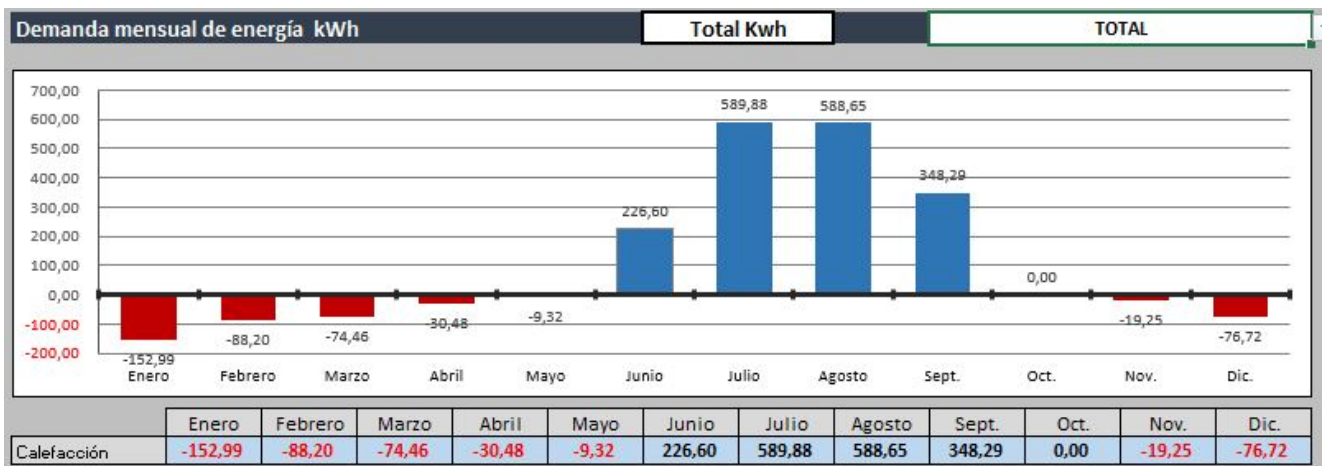
Gráfica 10. Ganancias refrigeración de vivienda en zona climática B4

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC

(Redondo Rivera, 2018)

8.1.3 Balance total y cálculo de cargas

Respecto al balance total de energía a lo largo del año, se puede apreciar que para calefacción, el mes más desfavorable es enero, con una demanda de 152,99 kWh. Para refrigeración, los peores meses son julio y agosto, en los que se genera una demanda de 589,88 kWh y 588,65 kWh, respectivamente.



Gráfica 11. Demanda mensual total de energía de vivienda zona climática B4

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC

(Redondo Rivera, 2018)

Tras la realización de los cálculos oportunos, para la zona climática B4 se obtienen las siguientes cargas de la vivienda (el desarrollo de los cálculos completos se adjunta en los anexos 3 y 4):

- Calefacción: 2.338,70 kc/h
- Refrigeración: 3.255,22 W

Debido a la continua mejora de las características de los sistemas y productos de climatización disponibles, esto unido a que el edificio diseñado requiere una cantidad muy baja de energía, resulta complicado encontrar un sistema con una potencia ajustada al consumo necesario. Por este motivo, se ha seleccionado el sistema que más se ajusta a la realidad del caso propuesto; sin embargo, se podría instalar uno con una potencia menor, lo cual mejoraría más aún los resultados finales del análisis global de la vivienda.

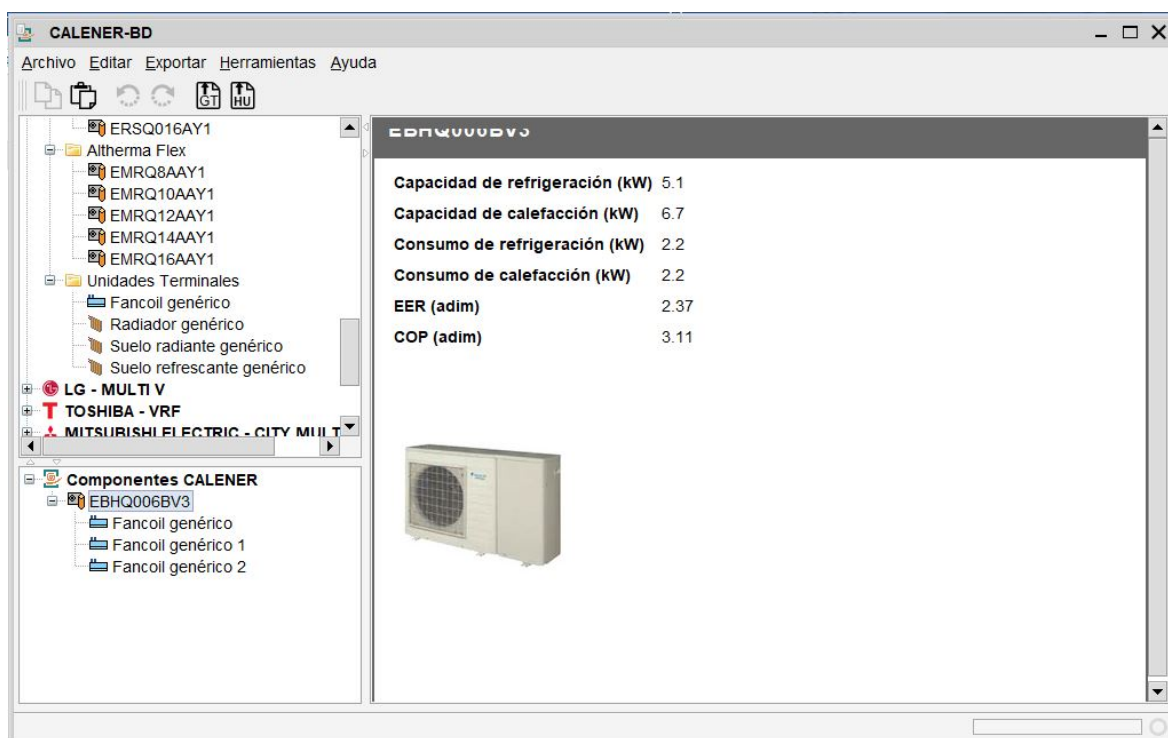


Figura 92. Generación de sistema de aerotermia

Fuente: Elaboración propia mediante Calener-BD

8.1.4 Calificación energética y definición de sistema de energía renovable

Tras haber modelado la vivienda propuesta en HULC y definir los sistemas y estrategias descritos anteriormente, se obtiene una calificación energética de B.



Figura 93. Calificación energética de vivienda en zona climática B4

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Aun habiendo conseguido una buena calificación energética global, en el análisis de HULC se puede apreciar que al consumo de ACS le corresponde una calificación bastante deficiente (Clase G); esto es debido a que, dada la situación de la vivienda no se puede acceder a ningún tipo de red de suministro, por lo que ha tenido que optarse por un acumulador eléctrico para generar ACS; de esta manera se puede generar la electricidad necesaria in situ mediante energías renovables.

Con los datos del consumo de energía total de la vivienda obtenidos previamente en HULC, se procede a realizar un cálculo aproximado del sistema de paneles solares necesario mediante una herramienta de cálculo online (Calculation Solar, 2018); el informe de los cálculos se encuentra adjunto en el anexo 5.

CÁLCULO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA.

DATOS DE LA INSTALACION

¿Donde va ha estar situada?
[Seleccionar en el mapa](#)

Latitud:
 longitud:

Inclinación: **45**
 Desorientación Sur: **0**

TIPO DE ENERGIA

☒ Corriente alterna Voltaje: **230 V**
☐ corriente continua

CONSUMOS ENERGIA POR DÍA

[Electrodomésticos:](#) **2410** Wh/día
[Iluminación:](#) **1010** Wh/día
 TOTAL CONSUMO: **3420** Wh/día

% DE CONSUMO POR MESES

Uso habitual: **Uso habitual**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

CALCULAR

Figura 94. Herramienta de cálculo online para dimensionado de sistemas de paneles fotovoltaicos

Fuente: (Calculation Solar, 2018)

Mediante este cálculo aproximado, se obtiene un sistema de 22 módulos modelo “Luxor Eco line 60/230 W Policristalino”.

Con la implantación del sistema de paneles solares que cubre el aporte de energía necesaria, se obtiene una calificación energética de A, resultando un balance negativo debido a que en el aporte de energía por las fuentes renovables se ha dejado un pequeño margen, es decir, “sobraría” energía generada.

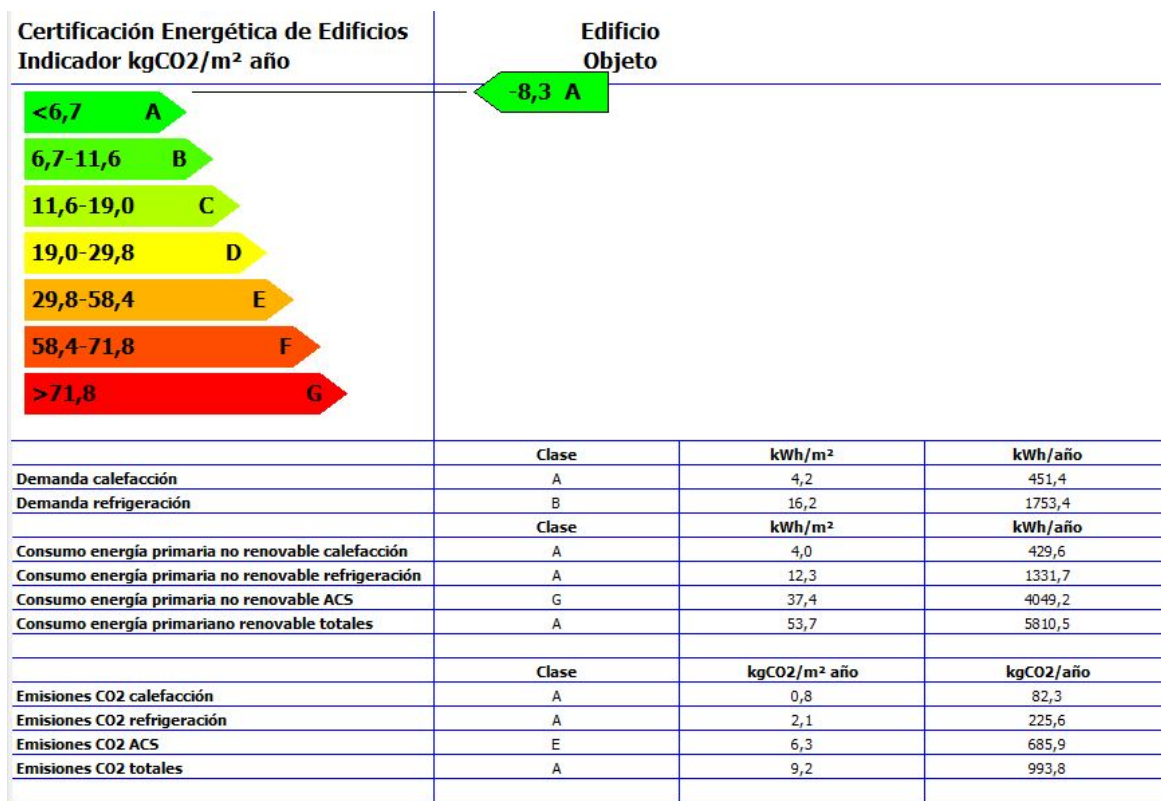


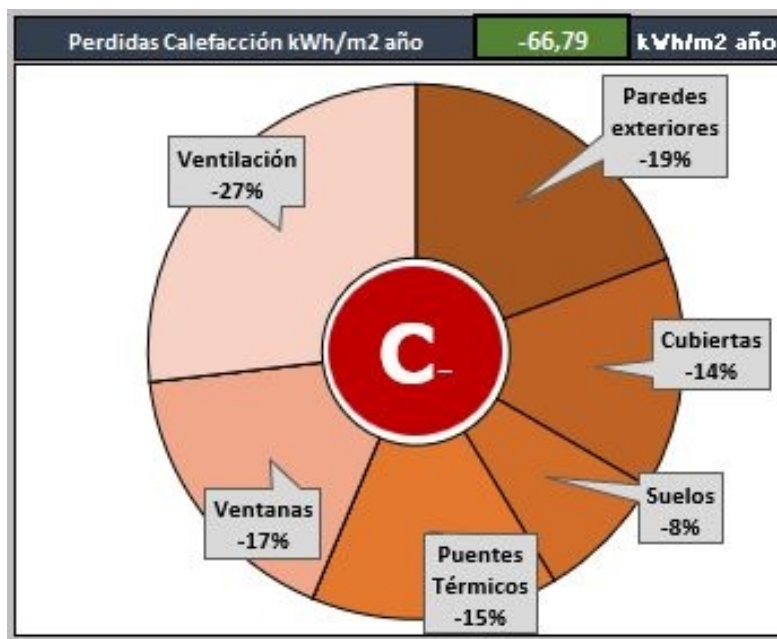
Figura 95. Calificación energética de vivienda con sistema de paneles solares en zona climática B4

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

8.2 Zona climática C3

8.2.1 Análisis de la demanda de calefacción

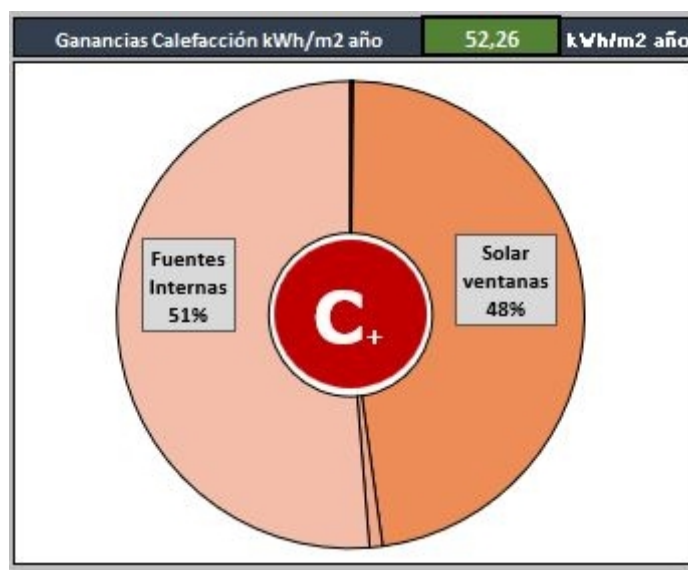
En este caso, los resultados en cuanto a proporción son muy similares a los de la zona B4. El mayor cambio se aprecia en la ventilación, que pasa de causar el 29% de las pérdidas al 27%. Respecto a las pérdidas por m^2 aumentan de $-56,51$ a $-66,79$ kWh/m^2 año, lo cual tiene sentido puesto que, tal y como se ha analizado en el apartado 7.2.2 del presente trabajo, las condiciones de esta zona climática tienden a ser más extremas, por lo que los inviernos se alcanzan temperaturas más bajas que en la zona B4.



Gráfica 12. Pérdidas calefacción de vivienda en zona climática C3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

En lo referente a las ganancias, de nuevo existe una proporción similar al supuesto anterior, aunque en este caso las fuentes internas contribuyen un poco más que los huecos de fachada. La cuantía total de ganancias es prácticamente idéntica al ejemplo previo ($52,26$ frente a $52,33$ kWh/m^2 año en la zona B4).



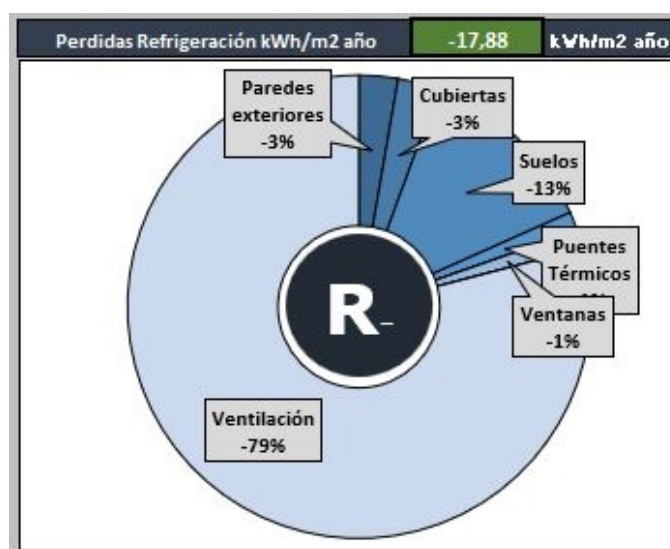
Gráfica 13. Ganancias calefacción de vivienda en zona climática C3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC

(Redondo Rivera, 2018)

8.2.2 Análisis de la demanda de refrigeración

De nuevo, el factor principal en referencia a las pérdidas de refrigeración resulta ser la ventilación (79%), seguido del suelo (13%). El resto de elementos aún a un valor nimio en comparación a los mencionados, por lo que no se tiene en cuenta para el estudio.

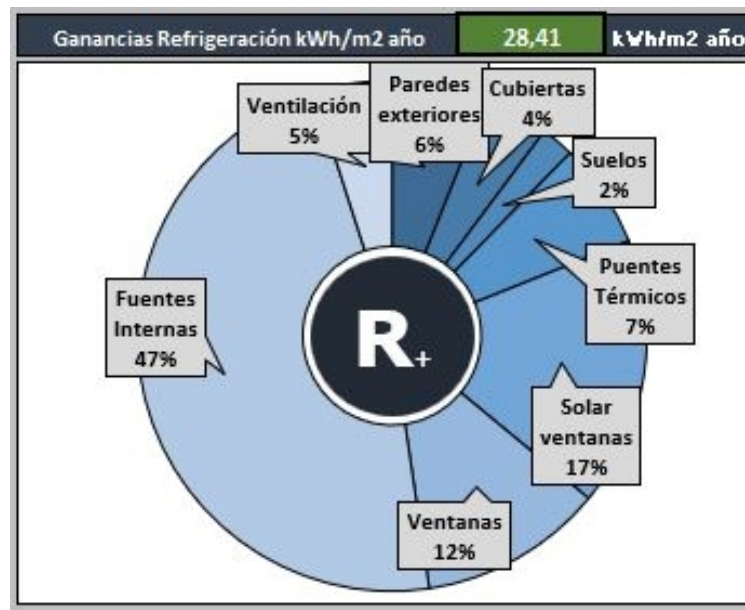


Gráfica 14. Pérdidas refrigeración de vivienda en zona climática C3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC

(Redondo Rivera, 2018)

Las ganancias totales se ven ligeramente reducidas en comparación con el supuesto de la zona B4 (28,41 frente a 31,84 kWh/m²año).

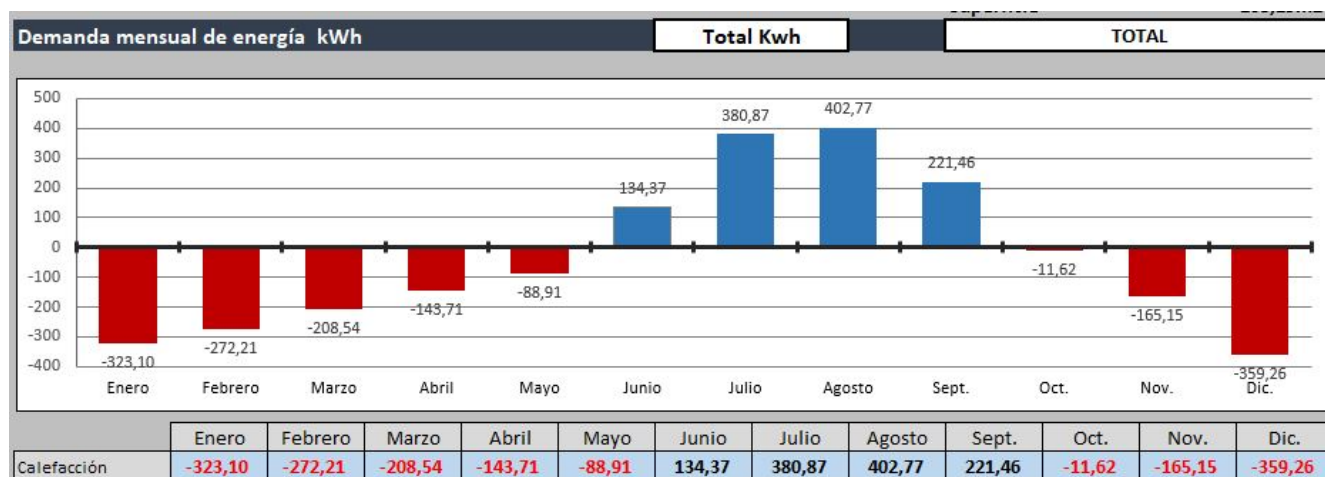


Gráfica 15. Ganancias refrigeración de vivienda en zona climática C3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

8.2.3 Balance total y cálculo de cargas

Analizando los resultados de la demanda total a lo largo del año, existe una diferencia apreciable con respecto al caso previo. En cuanto a calefacción, se han obtenido demandas mucho mayores, siendo los meses de invierno más duros diciembre y enero (-359,26 kWh y -232,10 kWh, respectivamente); y en referencia a los meses de verano, se observa una ligera reducción de la demanda, llegando a su máximo en el mes de agosto (402,77 kWh).



Gráfica 16. Demanda mensual total de energía de vivienda zona climática C3

*Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)*

En el cálculo de las cargas para este caso se han obtenido los siguientes resultados:

- Calefacción: 2.595,55 kc/h
- Refrigeración: 3.511,67 W

Para estos resultados, se considera de nuevo el mismo sistema de climatización por aerotermia indicado anteriormente.

8.2.4 Calificación energética y definición de sistema de energía renovable

Para este caso, sin haber indicado aún la generación propia de energía mediante renovables, se obtiene una calificación energética de B, bastante similar a la de la zona climática B4.

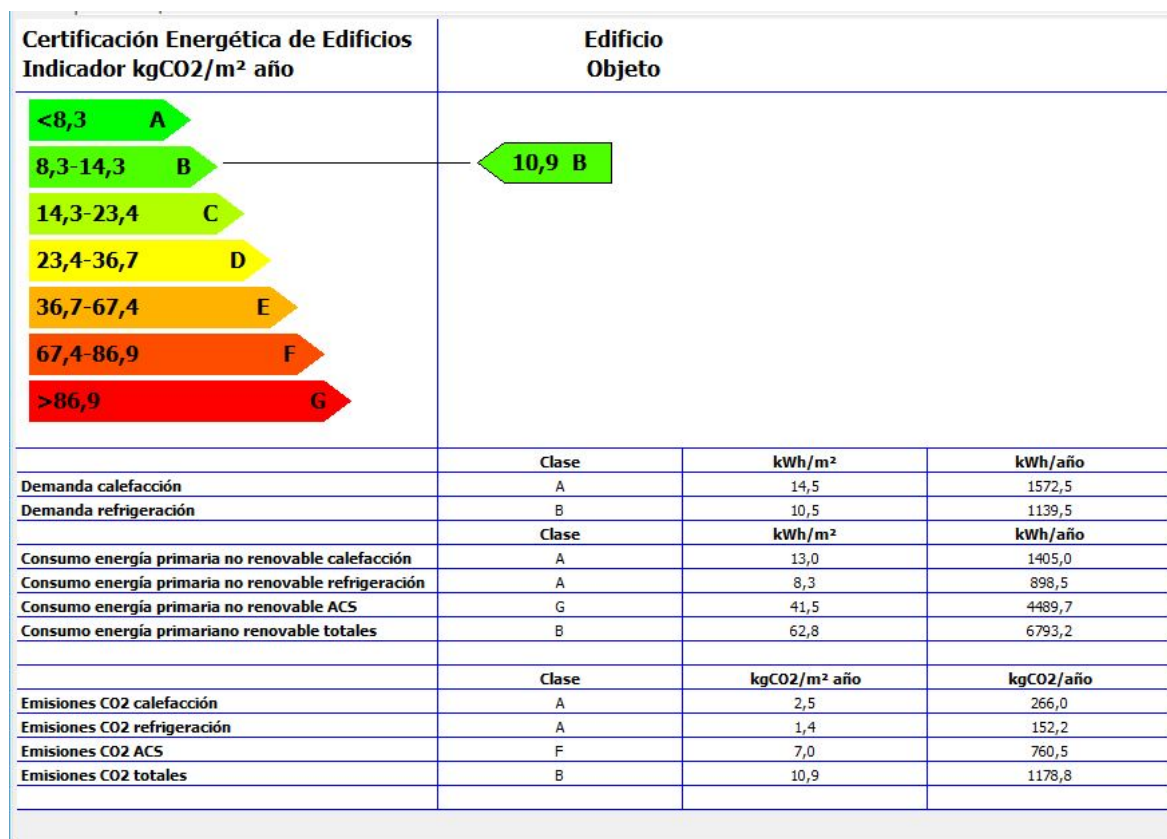


Figura 96. Calificación energética de vivienda en zona climática C3

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Con el consumo de energía para este escenario, se obtiene un sistema de 30 módulos modelo “Luxor Eco line 60/230 W Policristalino”.

Para este caso práctico se ha obtenido de nuevo una calificación energética de A, que tras la instalación de fuentes de energía renovables para suplir la demanda existente, resulta un balance final negativo (excedente de energía).

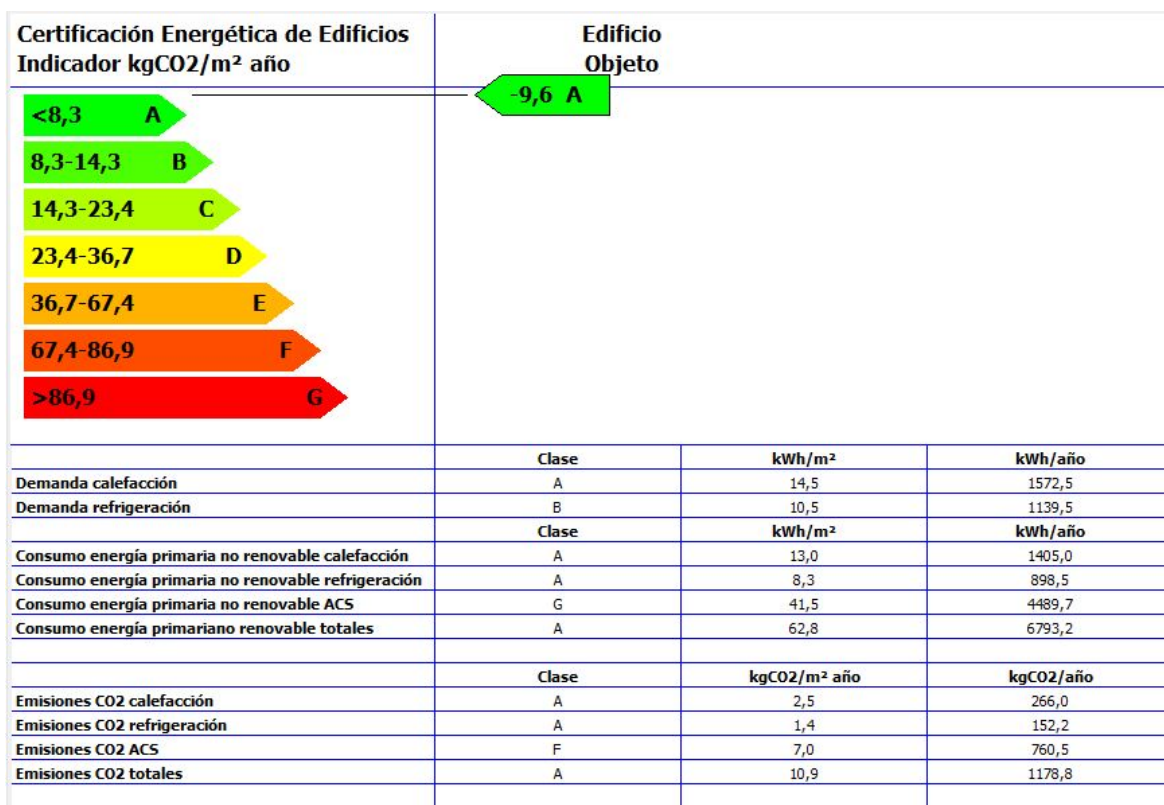


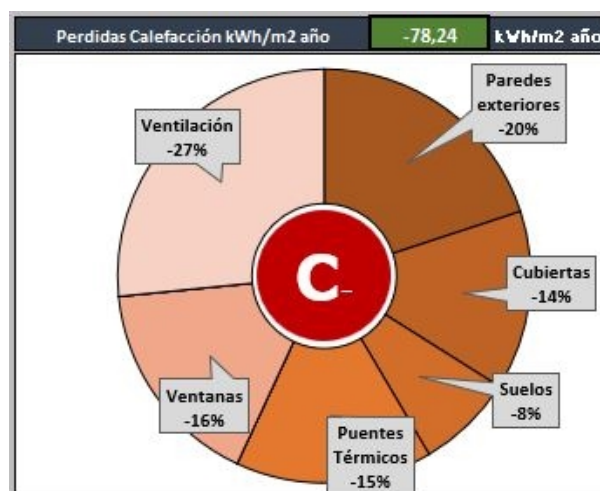
Figura 97. Calificación energética de vivienda con sistema de paneles solares en zona climática C3

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

8.3 Zona climática D3

8.3.1 Análisis de la demanda de calefacción

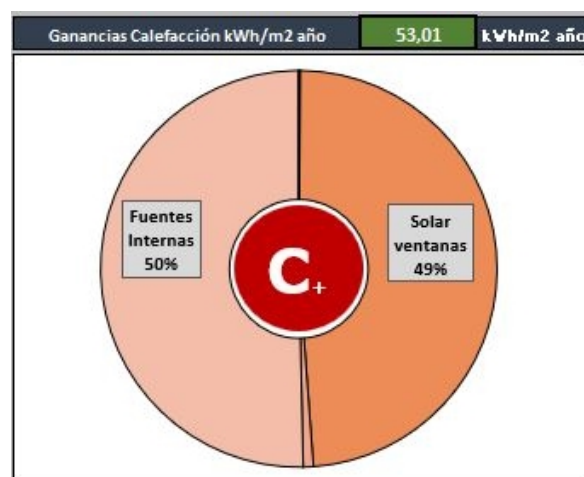
Este es el peor escenario en lo que a pérdidas de calefacción se refiere, ya que nos encontramos ante el clima más desfavorable para invierno de los tres analizados. Como consecuencia, será necesaria una mayor contribución de energía para suplir las necesidades de calefacción.



Gráfica 17. Pérdidas calefacción de vivienda en zona climática D3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

Las ganancias de calefacción, son muy similares a las de ambos casos anteriores.

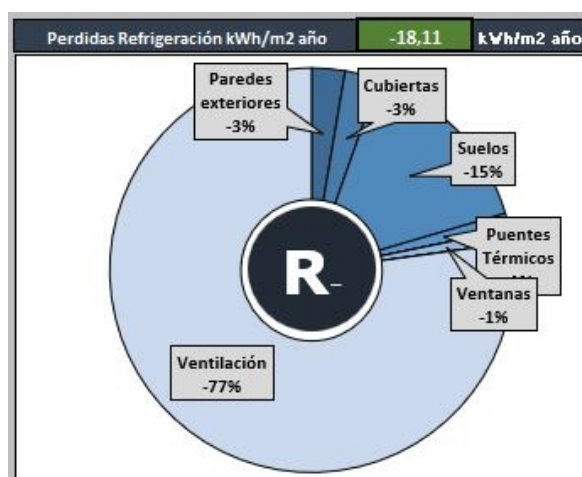


Gráfica 18. Ganancias calefacción de vivienda en zona climática D3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

8.3.2 Análisis de la demanda de refrigeración

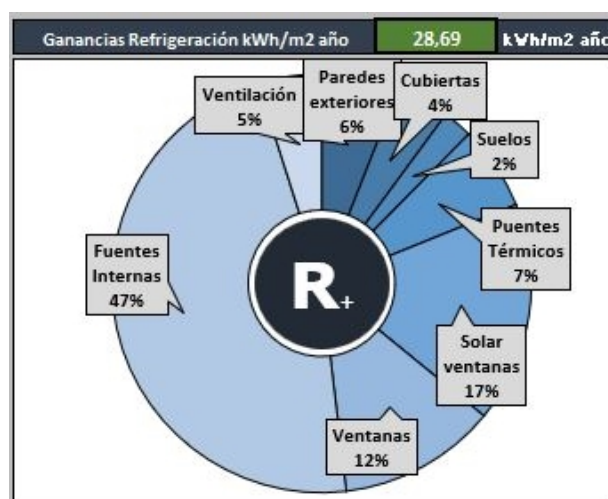
Se obtiene un valor similar al de la simulación en la zona C3, puesto que los dos tienen similares características en lo que a las condiciones de verano se refiere (ambos son 3). Al igual que en todos los casos, la causa principal de las pérdidas es la ventilación, que ayuda a refrigerar la vivienda.



Gráfica 19. Pérdidas refrigeración de vivienda en zona climática D3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

En cuanto a las ganancias, se obtiene de nuevo un resultado casi idéntico al de la zona C3 (un poco más reducido que en la B4), siendo también las fuentes internas las principales causantes de las ganancias.

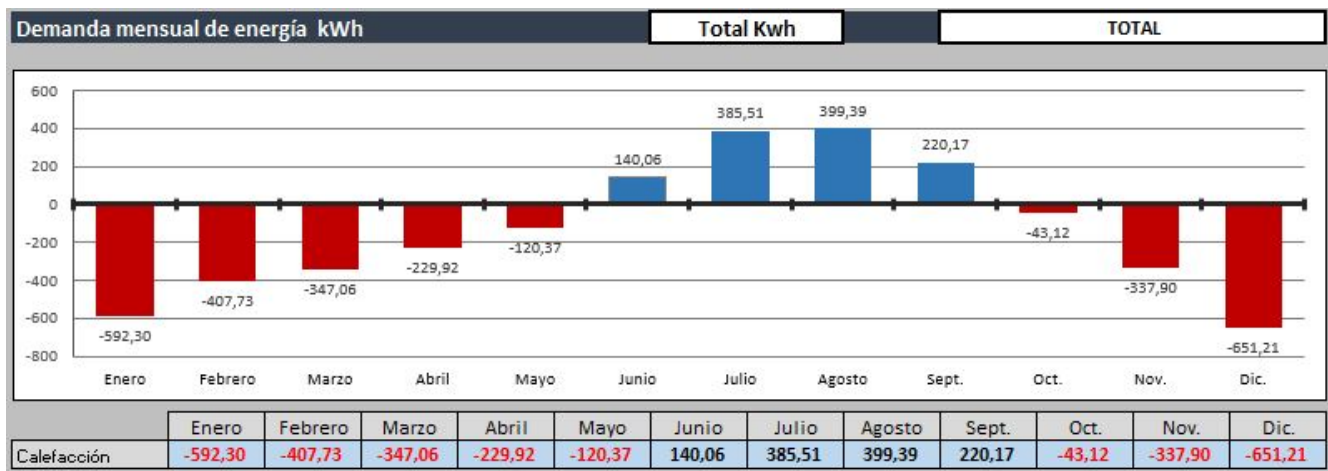


Gráfica 20. Ganancias refrigeración de vivienda en zona climática D3

Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)

8.3.3 Balance total y cálculo de cargas

Revisando los datos globales, se constata lo que se ha mencionado anteriormente; al ser la zona climática con las peores condiciones de invierno, durante este periodo la demanda de calefacción resulta ser la mayor de los tres escenarios analizados, alcanzando su máximo en diciembre (-651,21 kWh). Durante el verano, la demanda es similar a la necesaria en la zona C3; en este caso los meses de julio y agosto tienen demandas muy parecidas (385,51 kWh y 399,39 kWh, respectivamente).



Gráfica 21. Demanda mensual total de energía de vivienda en zona climática D3

*Fuente: Elaboración mediante herramienta de visualización de datos en HULC
(Redondo Rivera, 2018)*

En el cálculo de las cargas para este caso se han obtenido los siguientes resultados:

- Calefacción: 2.994,34 kc/h
- Refrigeración: 3.469,91 W

Una vez más, se considera el mismo sistema de climatización por aerotermia indicado en los anteriores apartados.

8.3.4 Calificación energética y definición de sistema de energía renovable

En este caso, aún sin especificar ningún aporte de energía generada y autoconsumida, se obtiene una calificación energética de A, a diferencia de los otros dos casos; esto puede ser debido a las características de los huecos, puesto que este,

al ser un clima más frío, requiere de una cantidad menor de energía para refrigeración y, a pesar de unas condiciones de invierno más duras que las otras zonas climáticas analizadas, a causa de haber diseñado un edificio con un alto nivel de estanqueidad, la demanda de calefacción no se dispara tanto como pudiera.

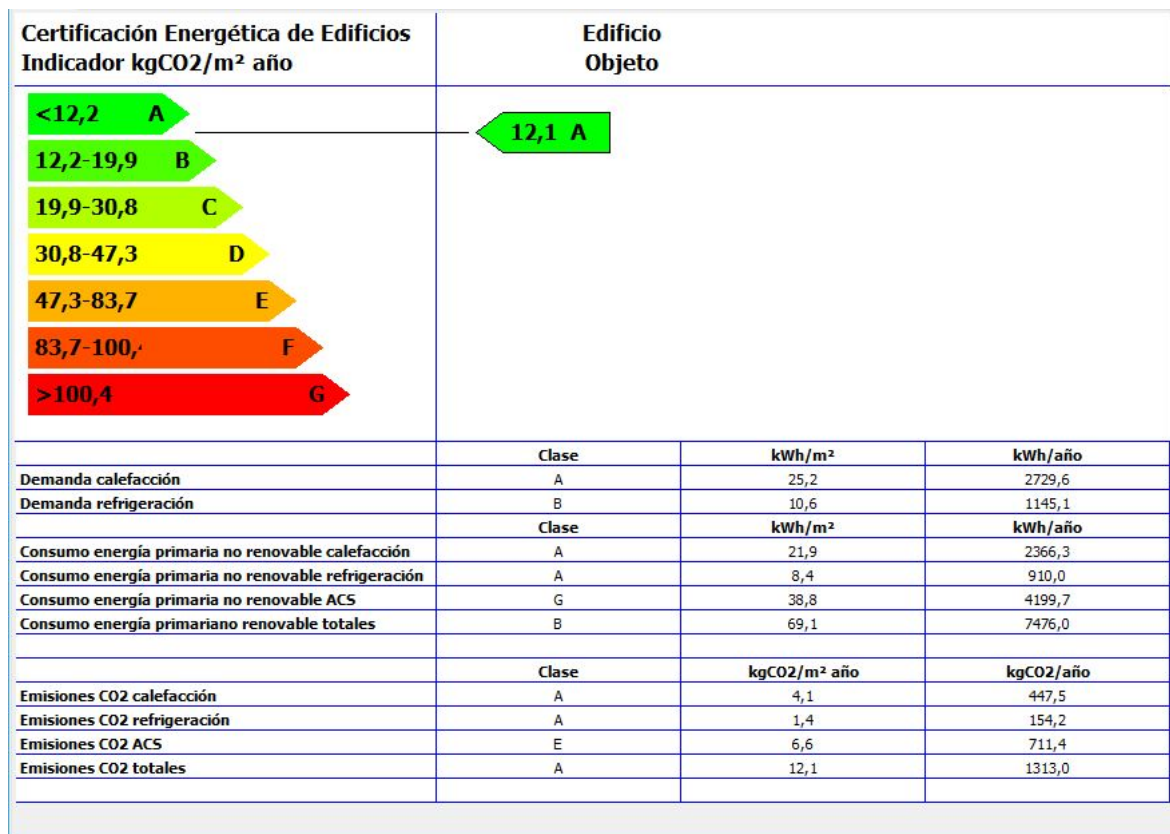


Figura 98. Calificación energética de vivienda en zona D3

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

Tras el cálculo del sistema de paneles solares, se obtiene que son necesarios 34 módulos del modelo “Luxor Eco line 60/230 W Policristalino”.

Finalmente, tras la aplicación del sistema obtenido, se obtiene de nuevo una calificación energética de A, esta vez cubriendo con excedente la demanda total de energía del edificio (resultado final negativo).

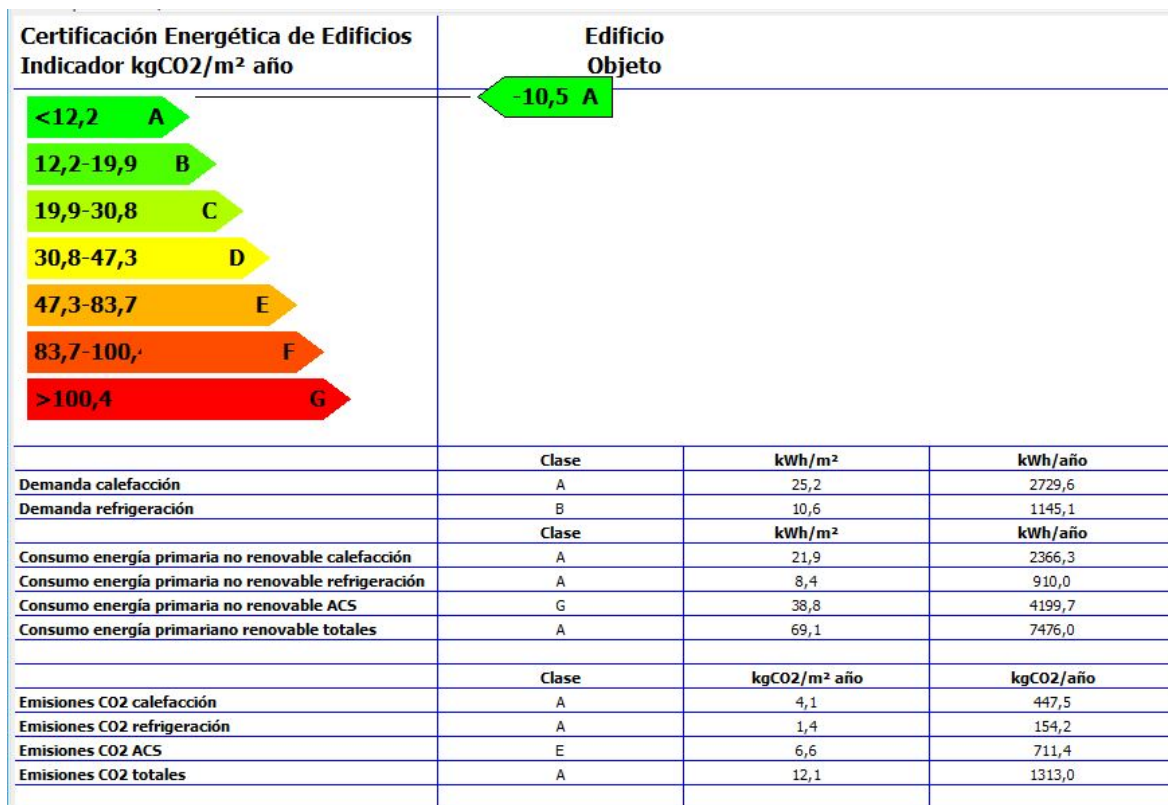


Figura 99. Calificación energética de vivienda con sistema de paneles solares en zona D3

Fuente: Elaboración propia mediante HULC

9 CONCLUSIONES

Una vez analizada la normativa, se ha podido comprobar que la línea de trabajo a seguir va encaminada cada vez hacia una mayor eficiencia energética y a la construcción de edificios nZEB. La meta más inmediata es el cumplimiento de la directiva europea 2010/31/UE (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010), la cual establece que los edificios públicos de obra nueva deben ser nZEB, y los edificios privados deberán cumplir esta misma premisa para 2020.

Varios años después de la publicación de esta directiva, en nuestro país se han comenzado a tomar medidas para la consecución de las exigencias necesarias, tales como la última modificación del DB-HE (Ministerio de Fomento, 2017a) en la que se incluye la definición de edificio nZEB, así como el documento de bases para la actualización de este mismo documento (Ministerio de Fomento, 2016a), prevista para finales de este año.

Tras el análisis de las diferentes estrategias en materia de eficiencia energética, tanto activas como pasivas, y el estudio de resultados tras la aplicación de algunas de ellas, se puede concluir que, si bien, la aplicación de algunas de estas estrategias a edificios existentes puede mejorar su eficiencia energética, la posibilidad de estudiar y desarrollar un proyecto desde el principio resulta más beneficioso y contribuye a conseguir una eficiencia aún mayor, puesto que se pueden definir características tales como la ubicación, orientación, distribución interior, etc.

En dicho análisis, se ha realizado un estudio bastante global de las estrategias disponibles en base a la clasificación que aparece en la “Guía de estrategias de diseño pasivo” (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana, 2014, p. 66), aplicando finalmente las que se han considerado mejores en función del balance efectividad/facilidad de implantación. De este modo, se ha decidido diseñar una planta rectangular a lo largo de un eje este-oeste, ya que según los autores consultados (Aronin, 1953; De Garrido, 2012, 2013; López de Asiain Alberich, 2003; Olgyay, 1963) es la que mejor funciona para climas templados especialmente; invertir en unos cerramientos y ventanas de altas prestaciones, obteniendo así unas transmitancias térmicas muy bajas; orientar la fachada con mayor número de huecos hacia el sur para potenciar la captación solar; implantar un sistema de

ventilación con recuperador de calor; favorecer la ventilación cruzada mediante la colocación de huecos en fachadas opuestas; crear una fachada con cámara ventilada y colocar un voladizo sobre los huecos de la fachada sur para evitar el sobrecalentamiento del edificio en verano. Esta es una entre las múltiples combinaciones posibles de estrategias para mejorar la eficiencia energética de un edificio.

Tras el estudio realizado se ha comprobado que resulta bastante interesante invertir en edificios nZEB, cuya demanda energética resulta muy baja, tal y como se ha explicado previamente, lo que se traduce en un menor consumo energético para cubrir dicha demanda, que a su vez contribuye a reducir el impacto medioambiental del edificio; y si además, la energía necesaria para el consumo se consigue obtener mediante fuentes de energía renovables, se conseguirá un edificio aún más sostenible y respetable con la naturaleza, ayudando a paliar el problema de base que se ha planteado al inicio del presente trabajo.

En cuanto al tipo de fuente de energía renovable a implantar, en el caso que nos ocupa se ha decidido optar por energía solar fotovoltaica, puesto que se considera la opción más versátil y sencilla de aplicar para el caso planteado. Al realizarse simulaciones para diferentes zonas climáticas, energías tales como la eólica dependería demasiado de la variabilidad de las corrientes de viento en cada caso; o en el caso de querer realizar una instalación de energía geotérmica, esta dependería de la tipología y características del terreno para cada ubicación. Siendo la ubicación de la vivienda variable, pero en todo momento dentro de la provincia de Alicante, existe la certeza de la recepción de gran cantidad de radiación solar a lo largo de todo el año.

Durante el modelado del edificio y obtención de resultados en HULC, se han observado ciertas limitaciones en cuanto al procedimiento general para el cumplimiento del DB-HE 1 y DB-HE0, dado que no se permite simular sistemas como el freecooling, o estrategias pasivas como el enfriamiento evaporativo, por lo que se puede afirmar, que en el caso de aplicar dichas estrategias se obtendrían unos resultados aún mejores y resultaría necesario un sistema de menor envergadura para cubrir el consumo de la vivienda.

Durante la búsqueda de recursos para el diseño de la vivienda se han descubierto materiales y sistemas de alta eficiencia, algunos de los cuales se han descrito previamente y aplicado en el caso práctico (paneles Compoplak, recuperador de calor, etc.). Todo esto constata que la construcción de edificios nZEB resulta cada vez más accesible y posible de ejecutar, existiendo una gran variedad de combinaciones de las diferentes estrategias en función de los condicionantes de cada caso.

Finalmente, se proponen posibles líneas de investigación futuras que podrían complementar y ampliar el análisis realizado el presente proyecto.

- Resultaría muy interesante disponer de un análisis económico para analizar la viabilidad de los casos prácticos planteados, pudiendo así comprobar definitivamente si la inversión inicial para conseguir un edificio nZEB y autosuficiente puede amortizarse en un periodo de tiempo razonable o si, por el contrario, económicamente interesaría más llevar las redes de suministro hasta la ubicación deseada, aun estando en una zona rural apartada y de difícil acceso para las instalaciones de abastecimiento.
- Tal y como se ha mencionado, la herramienta HULC tiene algunas limitaciones, por lo que se podría realizar una investigación de las herramientas disponibles para el mismo fin y averiguar cuál es la más completa y versátil.
- Como continuación en la misma línea del presente trabajo, se podría realizar una ampliación de este realizando simulaciones para todas las zonas climáticas de España, e intentar encontrar una combinación de estrategias de eficiencia energética que pudieran ser válidas, dentro de unos límites razonables, para todos los escenarios planteados.

10 BIBLIOGRAFÍA

- ¿Qué es la energía geotérmica? - Twenergy. (2011). Retrieved May 28, 2017, from <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-geotermica-que-aplicaciones-tiene-108>
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible. *Informes de La Construcción*, 49(451), 41–47.
- Albert Righter & Tittmann Architects Inc. (2018). Sustainability. Retrieved March 24, 2018, from <http://www.artarchitects.com/sustainability/>
- Alfredo Esteves. Alejandro Oliva. Daniel Gelardi. (2013). Nueva medida para considerar la forma en la conservación de energía en edificios.
- Aljibe de San Nicolás: AGENCIA albaicín GRANADA. (2018). Retrieved March 4, 2018, from <http://www.albaicin-granada.com/seccion.php?listEntrada=102>
- Aprende con energía. (2018). El viento, infinita fuerza energética. Retrieved June 19, 2018, from <http://www.aprendeconenergia.cl/el-viento-infinita-fuerza-energetica/>
- Aronin, J. E. (1953). *Climate & Architecture*. Nueva York.
- Asociación de Productores de Energías Renovables. (2011). Impactos ambientales de la producción de electricidad, 42.
- Ayuntamiento de Crevillent. (2018). Cuevas viviendas. Retrieved June 12, 2018, from <http://www.crevillent.es/pagina/cuevas-viviendas/>
- Baker, N., & Steemers, K. (2000). *Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1).
- BOE. (2008). REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. «BOE» Núm. 38, de 13 de Febrero, 7724–7730.
- Boullón, R. (2006). Espacio turístico y desarrollo sustentable. *Aportes Y Transferencias*, 2, 17–24.
- BPIE. (2015). Nearly Zero Energy Buildings in Europe. *Energy*, (February), 8.
- BREEAM ES. (2018). Esquemas de Certificación. Retrieved June 11, 2018, from <http://www.breeam.es/certifica/esquemas-de-certificacion>
- Caamaño Martín, E., & González, N. (2004). Viviendas Solares Autosuficientes. *Informes de La Construcción*, 56(3), 35–46.
- Caamaño Martín, E., Neila González, F. J., Jiménez Leube, F. J., Egido Aguilera, M. Á., Uzquiano, M. J. J., Gómez Osuna, J. M., ... Santos, A. G. (2004). Self-sufficient solar houses: participation of the Universidad Politécnica de Madrid

- in the design at Solar Decathlon. *Informes de La Construcción*, 56(494), 35–46. <https://doi.org/10.3989/ic.2004.v56.i494.447>
- Calculation Solar. (2018). Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada. Retrieved June 20, 2018, from <http://www.calculationsolar.com/es/calcular.php#>
- Candela Gómez, C., & López Davó, J. (2014). *Instalaciones de climatización en la ingeniería de los edificios*. (R. Torres Gonsálvez, Ed.) (2nd ed.). San Vicente del Raspeig.
- Certificados energéticos. (2014). La Aerotermia fuente de energía renovable para calefacción, refrigeración y/o ACS. Retrieved June 8, 2018, from <https://www.certificadosenergeticos.com/aerotermia-fuente-energia-renovable-calefaccion-refrigeracion-ac>
- CIDEAD. (2018). Efecto Venturi. Retrieved June 18, 2018, from http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/4q9_sabermas_1d.htm
- Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. (2001). Normativa de ensayos y clasificación para ventanas, 12–15.
- Comisión Europea. (2016). RECOMENDACIONES RECOMENDACIÓN (UE) 2016/1318 DE LA COMISIÓN de 29 de julio de 2016 sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejores prácticas para garantizar que antes de que finalice 2020 todos los edificios, (9), 46–57.
- Comisión Europea. (2017). La UE y la unión de la energía y la acción por el clima, 4.
- Consejo de la Unión Europea. (2007). Consejo europeo de Bruselas 8 y 9 de marzo de 2007.
- Construible. (2018). Investigadores demuestran que los Jardines Verticales son una solución efectiva para los climas mediterráneos. Retrieved May 24, 2018, from <https://www.construible.es/2018/02/19/investigadores-demuestran-jardines-verticales-solucion-efectiva-climas-mediterraneos>
- Cortizo. (2018). Cor 60 RPT. Retrieved June 4, 2018, from <https://www.cortizo.com/es/sistemas/ver/3/cor-60-rpt.html>
- CTE Arquitectura. (2015). ¿Quién sabe hacer el mejor “muro trombe”? Retrieved June 8, 2018, from http://www.ctearquitectura.es/soluciones-sostenibles/materiales/muro-trombe/?utm_source=facilisimo.com&utm_medium=referral&utm_campaign=facilisimo
- De Garrido, L. (2009). *Análisis de proyectos de arquitectura sostenible® : naturalezas artificiales 2001-2008*. (Mc GrawHill, Ed.).
- De Garrido, L. (2012). *Self Sufficient Green Architecture*. (J. M. Minguet, Ed.). Sant

Adrià de Besòs.

De Garrido, L. (2013). *Arquitectura para la felicidad® : ecológica, sostenible, bioclimática*.

Díaz, M., & Tenorio, J. (2005). Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios. *Instituto de Ciencias de La Construcción Eduardo Torroja*, 1131–1153.

EcuRed. (2018). Efecto Venturi. Retrieved June 18, 2018, from http://www.ecured.cu/index.php/Efecto_Venturi

Edwards, B. (2009). *Guía básica de la sostenibilidad*. (Editorial Gustavo Gili SL, Ed.) (2nd ed.). Barcelona.

Energía Solar. (2017). Energía solar térmica. Retrieved February 1, 2017, from <https://solar-energia.net/energia-solar-termica>

EPISCOPE. (2014). *Inclusion of New Buildings in Residential Building Typologies: Steps Towards NZEBs Exemplified for Different European Countries*.

España. (2016). Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedo, 11655–11681.

Eugènia Riqué. (2018). MINERGIE®. Retrieved June 13, 2018, from <http://www.eugeniarique.com/minergie/>

Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana. (2014). Guía De Estrategias De Diseño Pasivo Para La Edificación. *En Sala Arquitectos Carmen Subirón Rodrigo (IVE)*, 195.

Foster + Partners. (2018). 30 St Mary Axe. Retrieved June 11, 2018, from <https://www.fosterandpartners.com/es/projects/30-st-mary-axe/>

Fotovoltaica aislada. (2017). Retrieved February 1, 2017, from <http://www.soliclima.es/fotovoltaica-aislada>

Glosario | IDAE. (2017). Retrieved April 17, 2017, from <http://www.idae.es/glossary/e>

GMG Arquitectos. (2018). LEED Valencia Certificación de Edificios. Retrieved June 11, 2018, from <http://gmgarquitectos.com/leed-valencia-castellon-alicante/>

Grupo Doble R. (2015). Conociendo Hispania y la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha. Retrieved May 5, 2018, from <https://www.grupodobler.com/blog/conociendo-hispania/don-quijote-te-muestro-entorno/>

Grupo Valero. (2017). Catálogo Compoplak.

Grupo Valero. (2018a). Ficha técnica Compoplak, 1.

- Grupo Valero. (2018b). Recomendaciones de uso e instalación del sistema Compoplak, 14.
- Guzowski, M. (2010). *Energía cero*. (Blume, Ed.).
- Hammann, R. (2013). *Creative engineering, architecture and technology*. (DOM Publishers, Ed.). Munich.
- Heywood, H. (2015). *101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético*.
- Huellas de arquitectura. (2013). El factor de forma como estrategia de diseño. Retrieved May 19, 2018, from <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2013/05/24/el-factor-de-forma-como-estrategia-de-diseno/>
- IDAE. (2018). Guía de la Energía. Retrieved April 7, 2018, from <http://guiaenergia.idae.es/>
- Ingeniería Verde. (2011). ¿En qué tiempo la energía solar será más rentable que la red eléctrica convencional? Retrieved February 2, 2017, from <https://automatizat.wordpress.com/2011/12/19/en-que-tiempo-la-energia-solar-sera-mas-rentable-que-la-red-electrica-convencional/>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2007). Guía Práctica de la Energía, 1–92.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2011). Plan de Energías Renovables 2011–2020. <Http://Www.Idae.Es/Index.Php/Id.670/Mod.Pags/Mem.Detalle>, 1–824.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2014). FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Comercio, M. de I. T., & Comunidad de Madrid. (2011). Guía del estándar Passivhaus. *Guía Del Estándar Passivhaus. Edificios de Consumo Energético Casi Nulo*.
- Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). (2009). *Guías de sostenibilidad en la edificación residencial*.
- Jefatura del Estado. (1999). Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial Del Estado*, 38925–38934. <https://doi.org/https://www.boe.es/boe/dias/1999/11/06/pdfs/A38925-38934.pdf>
- Kommerling. (2018). Tipos de vidrios y herrajes para ventanas y puertas de pvc - KÖMMERLING. Retrieved May 24, 2018, from <http://www.kommerling.es/ventanas/vidrios-herrajes>

- Kroll, L., Solanas, T., Smithson, S., Cirugeda, S., MGAARQTOS, Rueda, S., ... Intemper. (2006). *Arquitectura y Sostenibilidad II*. (Ediciones Generales de la Construcción, Ed.). Valencia.
- Leyendas asturianas. (2010). Mitología Asturiana: ESTILOS DE HÓRREOS Y PANERAS. Retrieved April 21, 2018, from <http://leyendesasturianas.blogspot.com.es/2010/07/estilos-de-horreos-y-paneras.html>
- López Davó, J., & García-Quismondo Cartes, A. (2018). Presentación “EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO.”
- López de Asiain Alberich, M. (2003). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura. Madrid Convention Bureau. (2016). Airport and airlines. Retrieved June 11, 2018, from <https://www.esmadrid.com/mcb/en/news/airport/>
- Minguet, J. M., & Martínez, P. (2016a). *The new eco house. Structure & ideas*. (Instituto Monsa de Ediciones, Ed.). Sant Adrià de Besòs.
- Minguet, J. M., & Martínez, P. (2016b). *The new ecological home. Materials for bioclimatic design*. (Instituto Monsa de Ediciones, Ed.). Sant Adrià de Besòs.
- Ministerio de Fomento. (2008). Documento Básico Ahorro de Energía DB HE, 1–129.
- Ministerio de Fomento. (2013). Orden FOM/1635/2013. *Real Decreto*, 67137–67209. <https://doi.org/CTE-DB-SE>
- Ministerio de Fomento. (2016a). *Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE. Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE*.
- Ministerio de Fomento. (2016b). Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE Índice, 1–13.
- Ministerio de Fomento. (2016c). Propuesta modificación DB HE “ahorro de energía” y DB HS “salubridad,” 1–8.
- Ministerio de Fomento. (2017a). Documento Básico Ahorro de Energía DB-HE, 1–68.
- Ministerio de Fomento. (2017b). Documento Básico Salubridad DB-HS (con comentarios), 1–154.
- Ministerio de Fomento. (2017c). Orden FOM 588/2017, 6.
- Ministerio de Industria Energía y Turismo. (2013). Reglamento De Instalaciones Termicas En Los Edificios. *Boletín Oficial de Estado*.
- Ministerio de Industria Energía y Turismo. (2017). Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020, 1–156.
- Ministerio de la Presidencia. (2007a). REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por

- el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. *Boletín Oficial Del Estado*, 35931–35984.
- Ministerio de la Presidencia. (2007b). Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. *Boletín Oficial Del Estado*, 31 de Enero de 2007, Núm. 27, 4499–4507.
- Ministerio de la Presidencia. (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios., 16.
- Ministerio de la Presidencia. (2017). Real Decreto 564/2017, 1–4.
- Ministerio de obras públicas y urbanismo. (1979). NBE-CT-79 Condiciones térmicas en los edificios. *Normas Básicas de La Edificación*.
- Ministerio de Vivienda. (1977). Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de la Edificación. *Boe*, 163(15613), 15443–15444.
- Ministerio de Vivienda. (2006). Real decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación. (Rd 314/2006), 11816–11831. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Miralles, J., & Costa Durán, S. (2010). *La casa ecológica: ideas prácticas para un hogar ecológico y saludable*.
- Naciones Unidas. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común, 416. <https://doi.org/10.3917/ridp.723.0975>
- Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *Protocolo de Kyoto*, 61702, 20.
- Neila González, F. J. (2000). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias. *Cuadernos de Investigación Urbanística.*, 41(6), 89–99.
- Neila González, F. J., & Acha Román, C. (2009). *Arquitectura bioclimática y construcción sostenible. Construcción y urbanismo*.
- Olgyay, V. (1963). *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Arquitectura y Diseño + Ecología*. Barcelona.
- Parlamento Europeo, & Consejo de la Unión Europea. (2010). Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial*, L135, 13–35.
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2003). DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Diario Oficial de La Unión Europea, Serie L*, 4 de Enero de 2003., (1), 65–71.

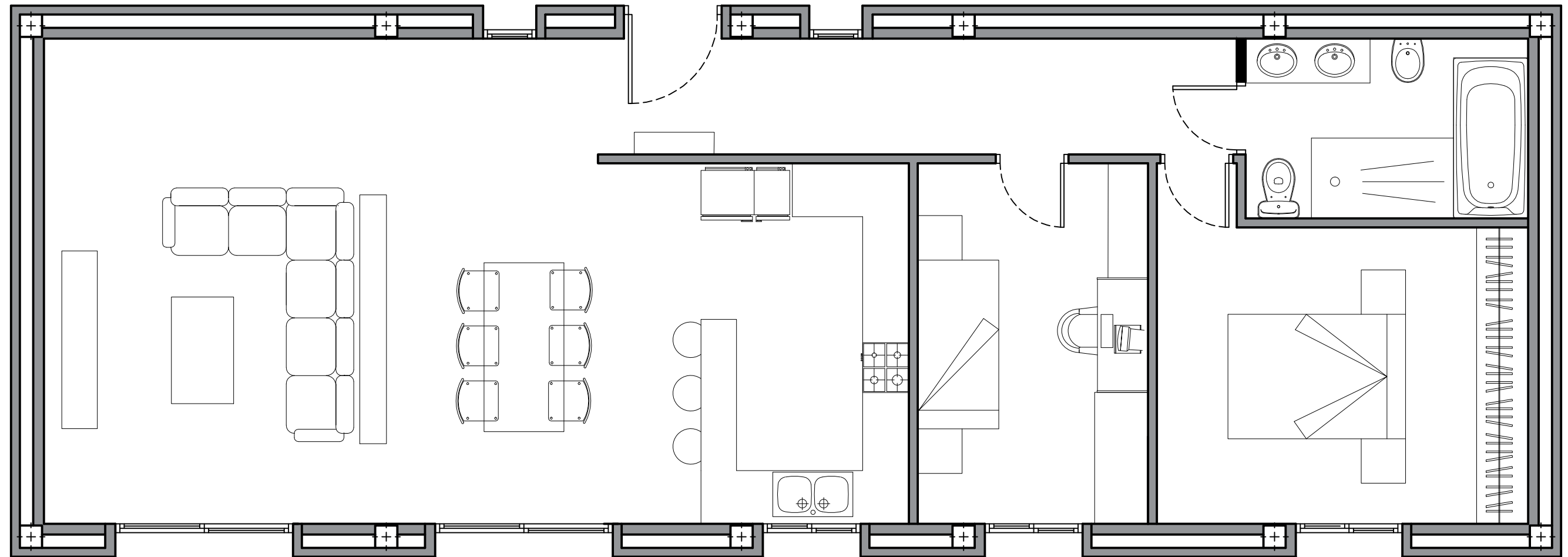
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2005). Directiva 2005/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 39, 1–22.
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2006). DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. *Directiva*, 2006, 64–85.
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2009a). Directiva 2009/125/Ce Del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009. *Communication*, 10–35.
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2009b). Directiva 2009/28/Ce Del Parlamento Europeo Y Del Consejo de 23 de abril de 2009. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 140(2), 16–62.
- Parlamento Europeo, & Europea, C. de la U. (2012). Directiva 2012/27/UE del parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 1–56.
- Passivhaus Institut. (2015). Retrieved February 4, 2017, from http://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm
- Planeta Verde. (2016). Desarrollo sostenible. Retrieved June 4, 2018, from <https://www.planetaverde.net/desarrollo-sostenible/>
- Real Academia Española. (2017). DLE:Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved May 1, 2018, from <http://dle.rae.es/?id=4VCz9nc>
- Real Academia Española. (2018). DLE: sostenible - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved May 20, 2018, from <http://dle.rae.es/?id=YSE9w6H>
- Recuperadores de Calor. (2017). Recuperadores de Calor. Retrieved March 12, 2017, from <http://www.recuperadoresdecalor.es/>
- Redondo Rivera, Ó. (2018). Visualizador resultados HULC. Retrieved June 18, 2018, from <https://oscarredondorivera.weebly.com/visualizador-resultados-hulc.html>
- Refricentro Colombia. (2017). Free cooling: que es? Retrieved June 8, 2018, from <http://www.refricentrocolombia.com/free-cooling-que-es/>
- Sacchetti, A. (2018). Las torres del viento una arquitectura moderna y sostenible en irán.
- Sánchez Inocencio, Á. (2016). Invernadero adosado. Retrieved June 7, 2018, from <https://angelsinocencio.com/invernadero-adosado/>
- Serra, R. (1999). *Arquitectura y climas*. (Editorial Gustavo Gili SA, Ed.) (1ª). Barcelona.



- Somos Passivhaus. (2017a). Certificaciones medioambientales. Retrieved June 11, 2018, from <https://sospassivhaus.es/certificaciones-medioambientales>
- Somos Passivhaus. (2017b). Minergie. Comparación con certificado Passivhaus. Retrieved June 13, 2018, from <https://sospassivhaus.es/minergie-vs-passivhaus>
- Verano Instalaciones. (2012). Bomba de calor geotérmica.
- Vitruvio Polion, M. P. (1995). *Los diez libros de arquitectura* (Vol. 1–10). <https://doi.org/NA2515 V818> 1997
- Wassouf, M. (2014). *De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos*. (Editorial Gustavo Gili SL, Ed.). Barcelona.
- WikiArquitectura. (2018). Swiss Re (30 St Mary Axe) - Ficha, Fotos y Planos. Retrieved June 19, 2018, from <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/swiss-re-30-st-mary-axe/>
- Wikipedia. (2018). Expo 2000. Retrieved June 10, 2018, from https://es.wikipedia.org/wiki/Expo_2000
- World Wildlife Fund (WWF). (2016). Planeta Vivo Informe 2016 Riesgo y resiliencia.
- Zigurat. (2017). Arquitectura Solar: Invernaderos Muros trombe y parietodinámicos. Retrieved June 7, 2018, from <https://www.e-zigurat.com/blog/es/arquitectura-solar-pasiva-invernaderos-muros-trombe-muros-parietodinamicos/>

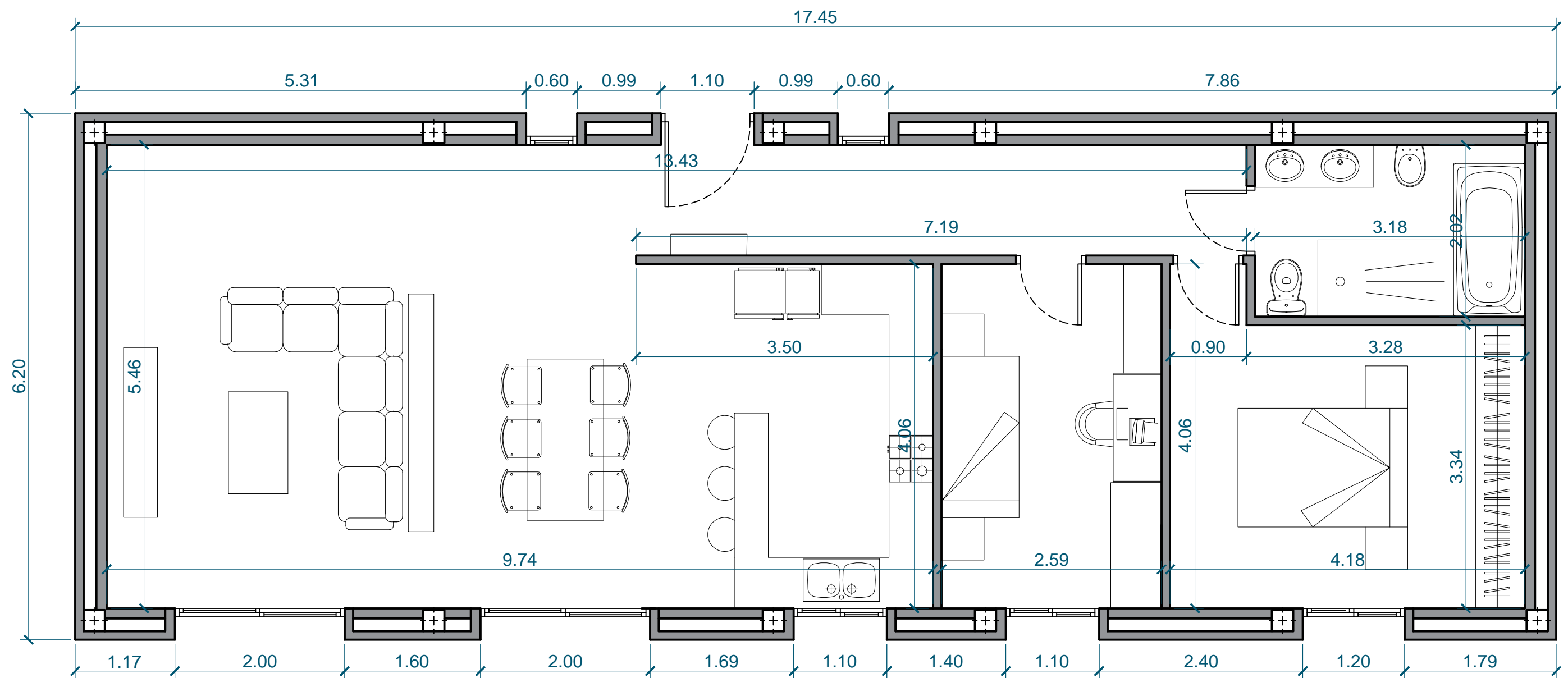
11 ANEXOS

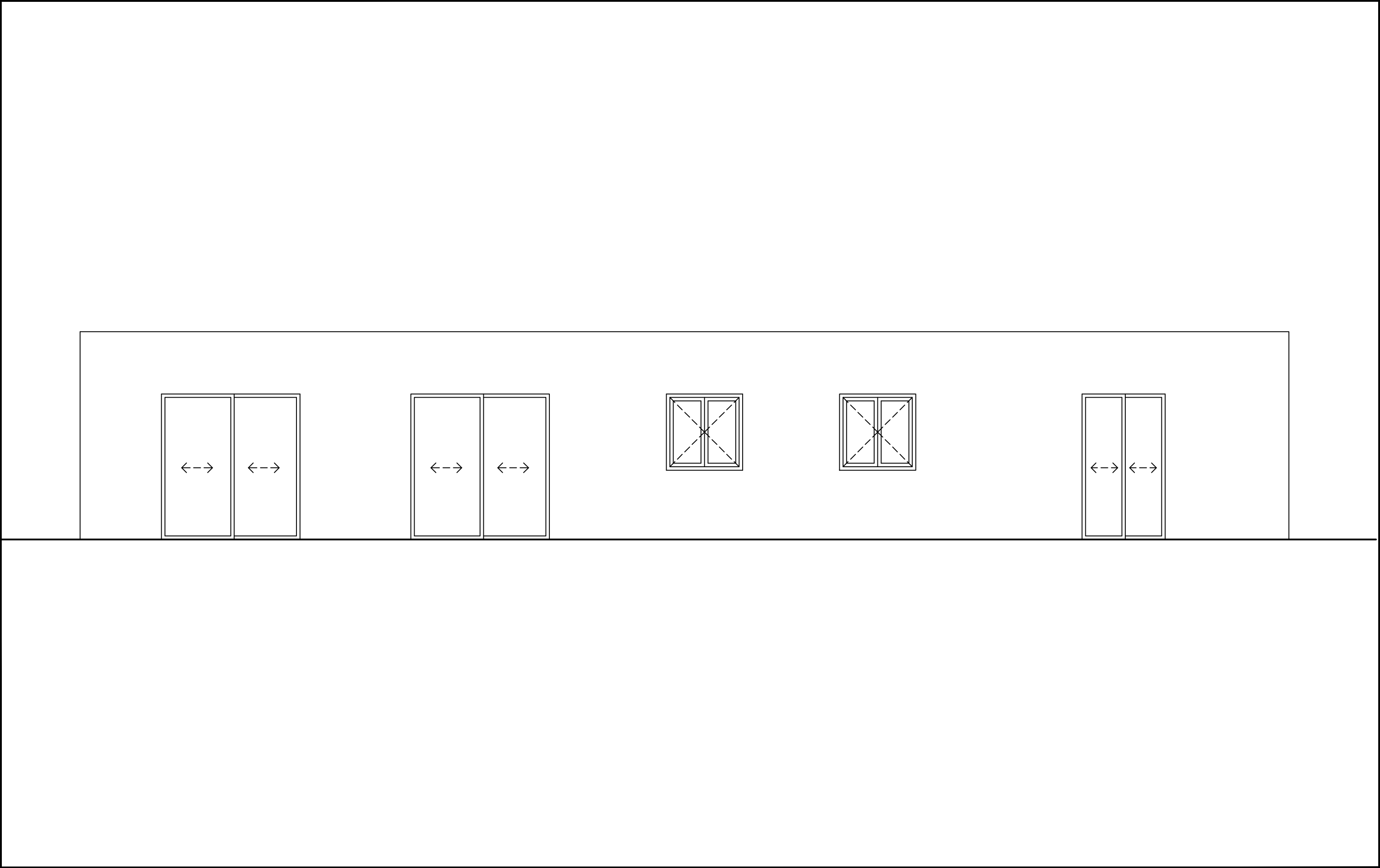
ANEXO 1.



PLANOS

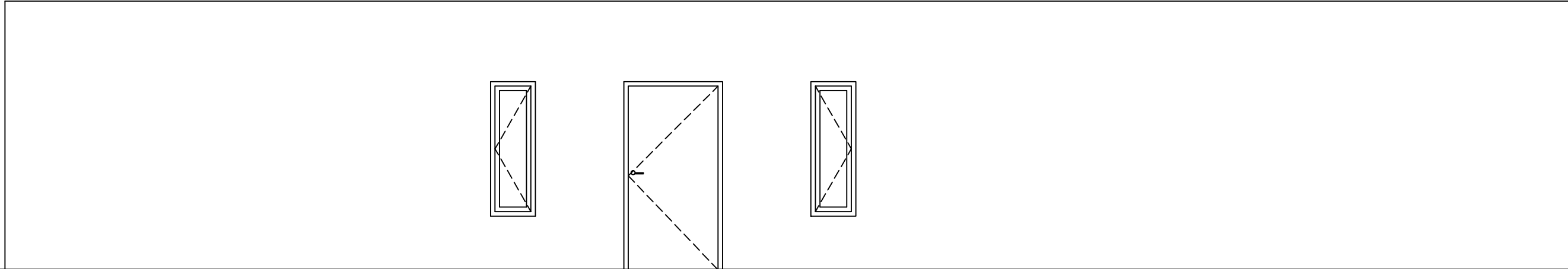


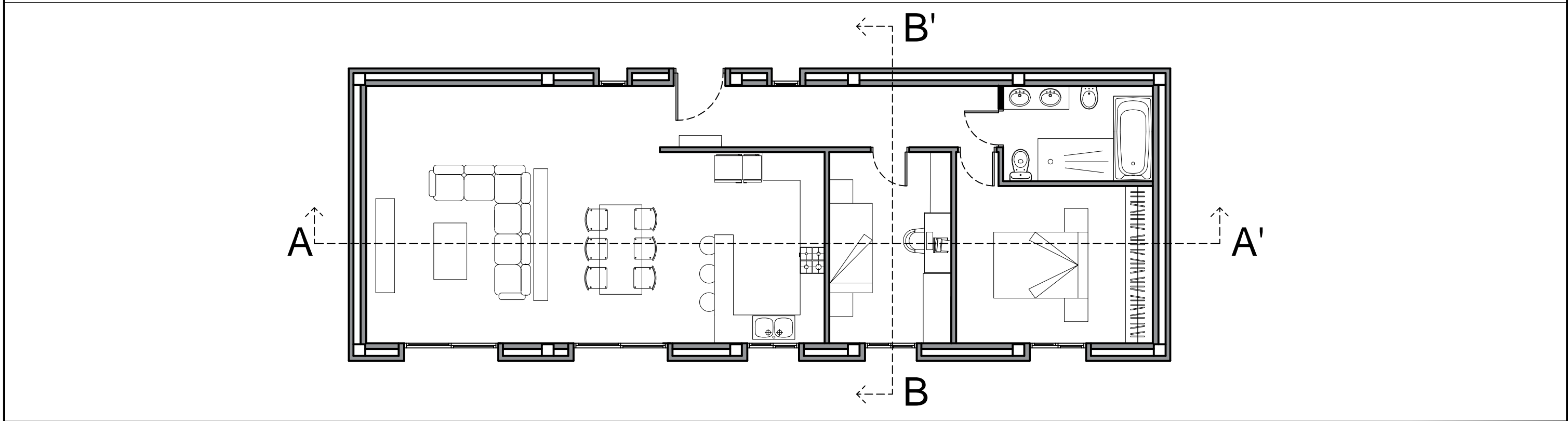
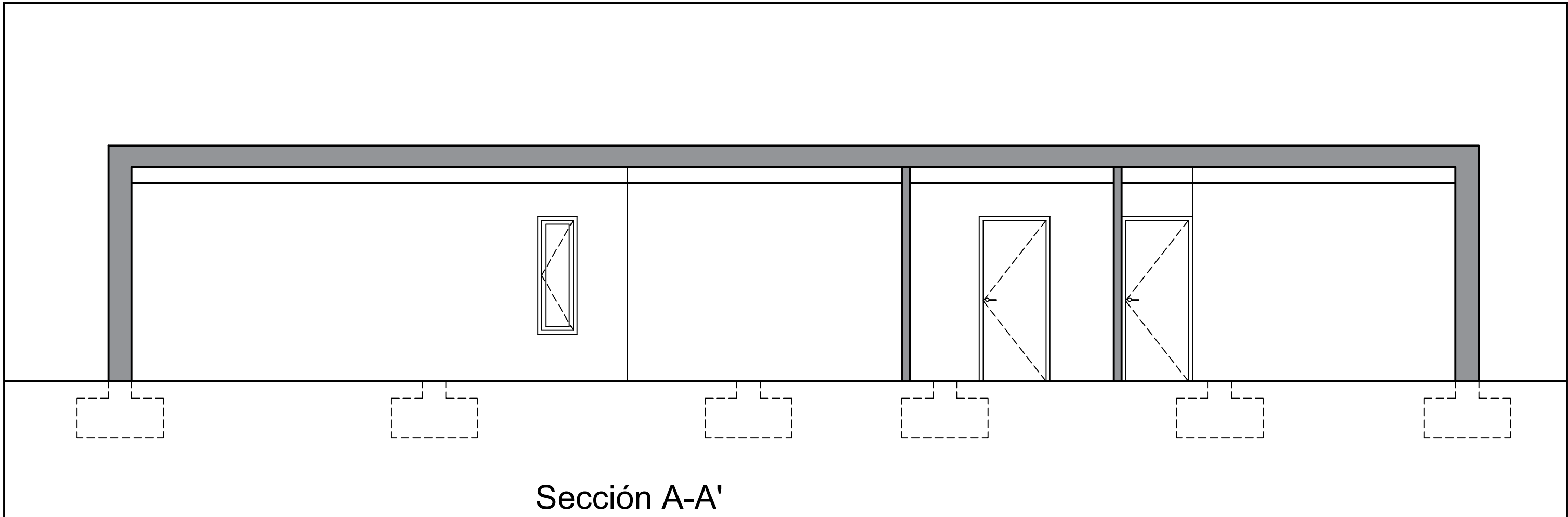
 <div>Universitat d'Alacant Universidad de Alicante <small>Escola Politècnica Superior Escuela Politécnica Superior</small></div>	PROYECTO FINAL DE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA		Código del dibujo 01_DIS	<div>Ana Tello Aceituno N° exp. 299</div> 
	Vivienda autosuficiente. Análisis comparativo para su obtención mediante energías renovables		Fecha Junio 2018	
	Plano de distribución		Escala 1/50 (DIN A-3)	

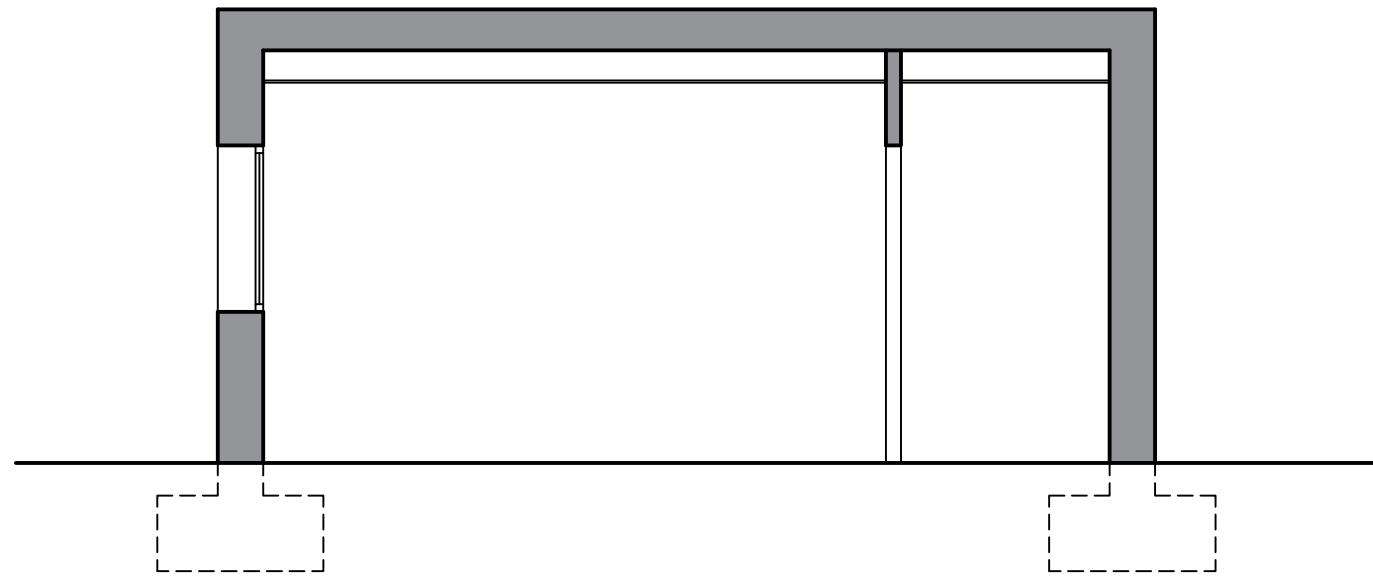




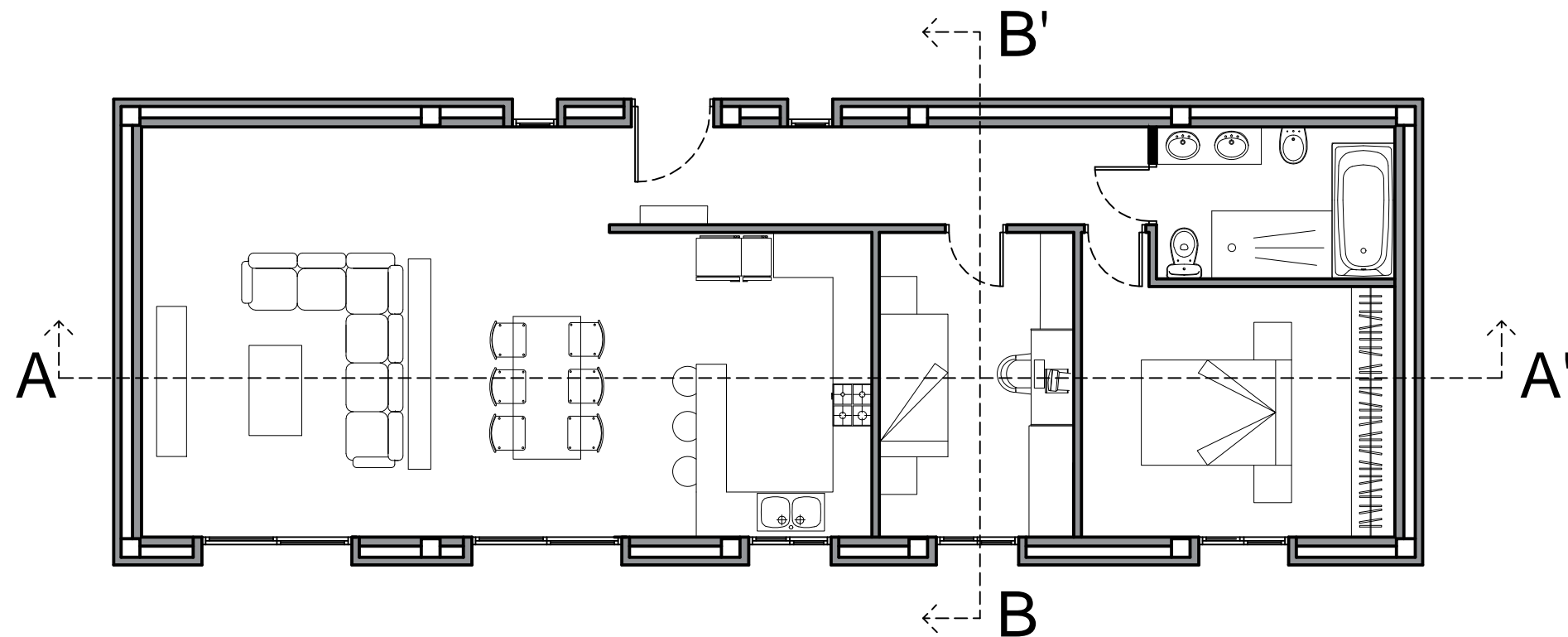
 <div>Universitat d'Alacant Universidad de Alicante <small>Escola Politècnica Superior Escuela Politécnica Superior</small></div>	PROYECTO FINAL DE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA	<small>Código del dibujo</small> 03_ALZ_SUR	<div>Ana Tello Aceituno Nº exp. 299</div> 
	Vivienda autosuficiente. Análisis comparativo para su obtención mediante energías renovables	<small>Fecha</small> Junio 2018	
	<small>Plano</small> Alzado fachada sur	<small>Escala</small> 1/50 (DIN A-3)	








Sección B-B'



ANEXO 2.

CÁLCULOS DEMANDAS

Licencia de uso:

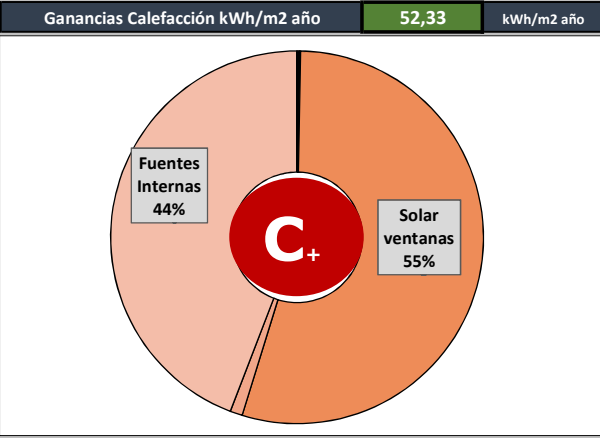
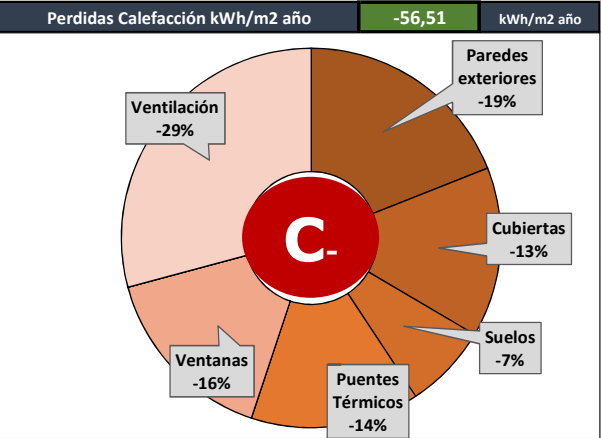


Actualizaciones y otras herramientas:



Superficie TOTAL habitable

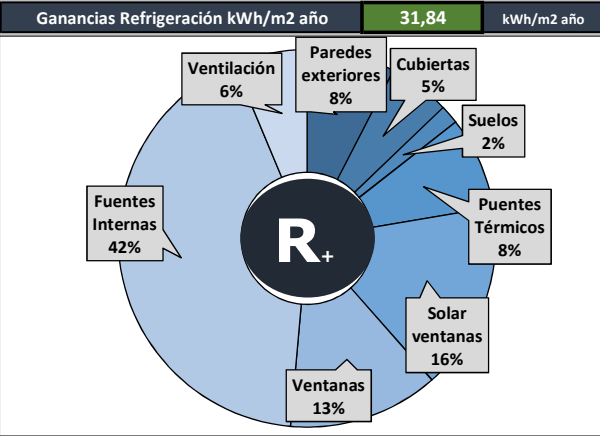
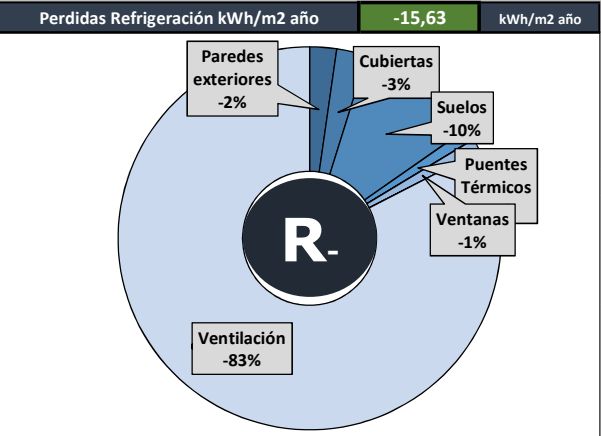
108,19 m2



Total

-4,17 kWh/m2 año

	Cal_perdidas	Cal_ganancias
Paredes exteriores	-10,74	0,07
Cubiertas	-8,19	0,03
Suelos	-4,08	0,02
Puentes Térmicos	-8,13	0,04
Solar ventanas	0,00	28,50
Ventanas	-8,88	0,56
Fuentes Internas	0,00	23,11
Ventilación	-16,49	0,00
TOTAL	-56,51	52,33



Total

16,21 kWh/m2 año

	Ref_perdidas	Ref_ganancias
Paredes exteriores	-0,36	2,41
Cubiertas	-0,40	1,67
Suelos	-1,64	0,52
Puentes Térmicos	-0,16	2,51
Solar ventanas	0,00	5,15
Ventanas	-0,17	4,11
Fuentes Internas	0,00	13,47
Ventilación	-12,90	2,01
TOTAL	-15,63	31,84

Selección datos por espacios



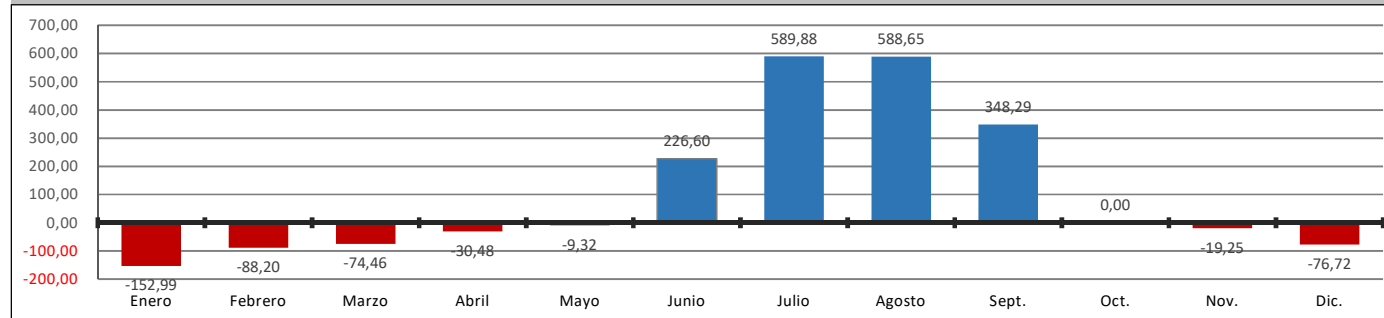
Superficie

108,19m2

Demanda mensual de energía kWh

Total Kwh

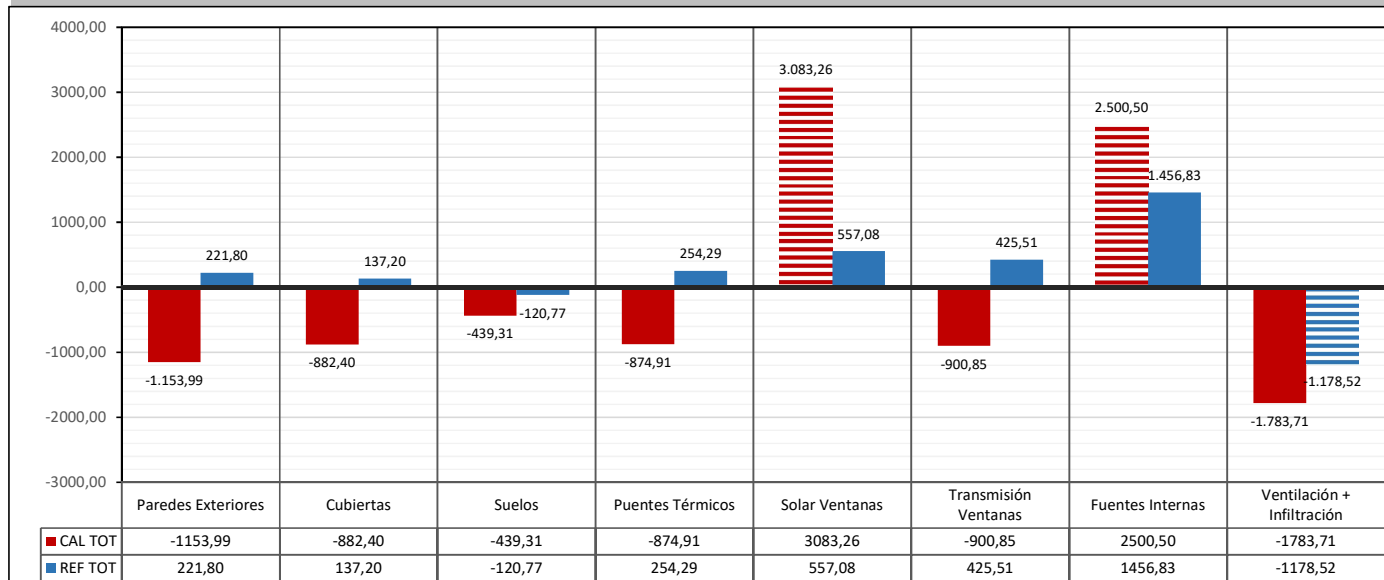
TOTAL




	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Calefacción	-152,99	-88,20	-74,46	-30,48	-9,32	226,60	589,88	588,65	348,29	0,00	-19,25	-76,72

Demanda mensual de energía kWh

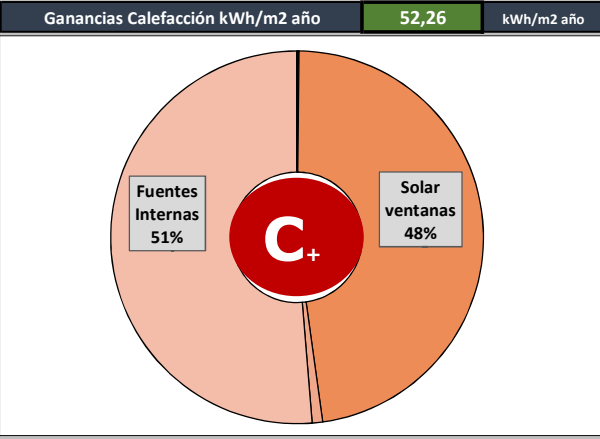
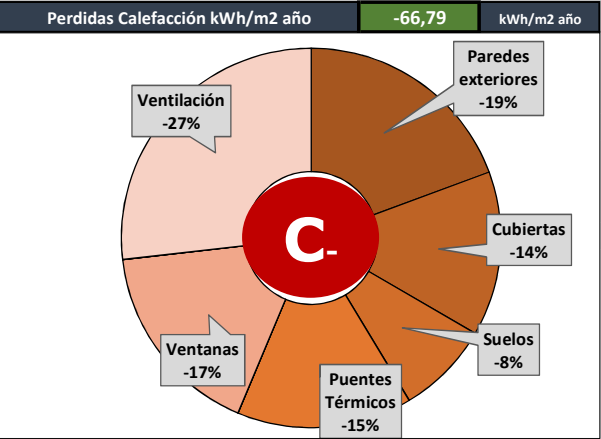
TOTAL



Licencia de uso:

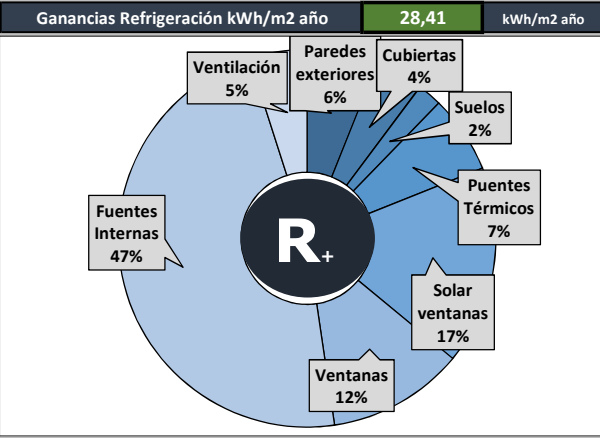
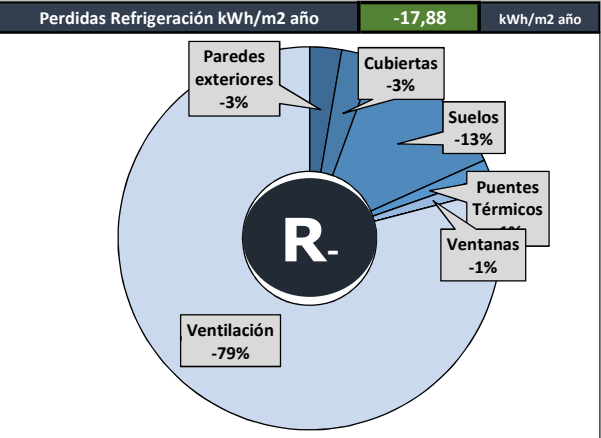

Actualizaciones y otras herramientas:


Superficie TOTAL habitable 108,19 m2



Total -14,53 kWh/m2 año

	Cal_perdidas	Cal_ganancias
Paredes exteriores	-12,93	0,03
Cubiertas	-9,37	0,02
Suelos	-5,32	0,01
Puentes Térmicos	-9,99	0,03
Solar ventanas	0,00	24,90
Ventanas	-11,27	0,47
Fuentes Internas	0,00	26,80
Ventilación	-17,91	0,00
TOTAL	-66,79	52,26



Total 10,53 kWh/m2 año

	Ref_perdidas	Ref_ganancias
Paredes exteriores	-0,49	1,72
Cubiertas	-0,52	1,18
Suelos	-2,27	0,60
Puentes Térmicos	-0,24	1,88
Solar ventanas	0,00	4,84
Ventanas	-0,23	3,32
Fuentes Internas	0,00	13,46
Ventilación	-14,14	1,40
TOTAL	-17,88	28,41

Selección datos por espacios

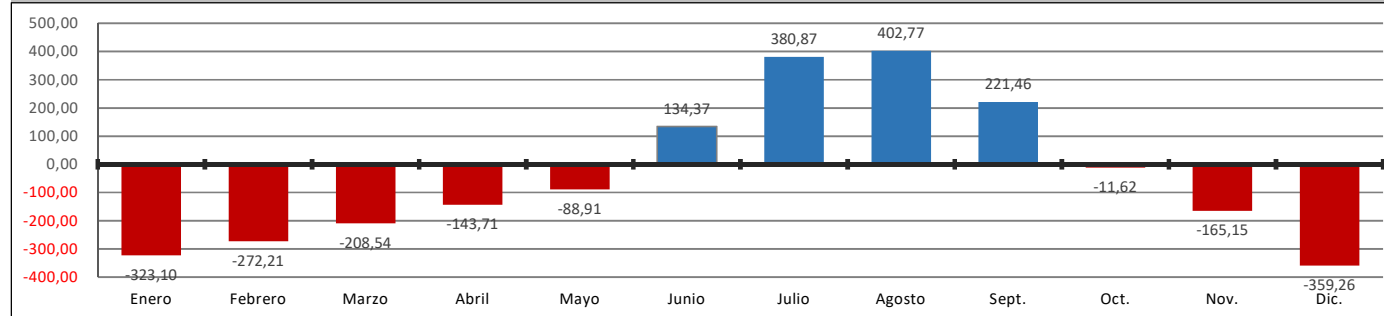
Superficie

108,19m2

Demanda mensual de energía kWh

Total Kwh

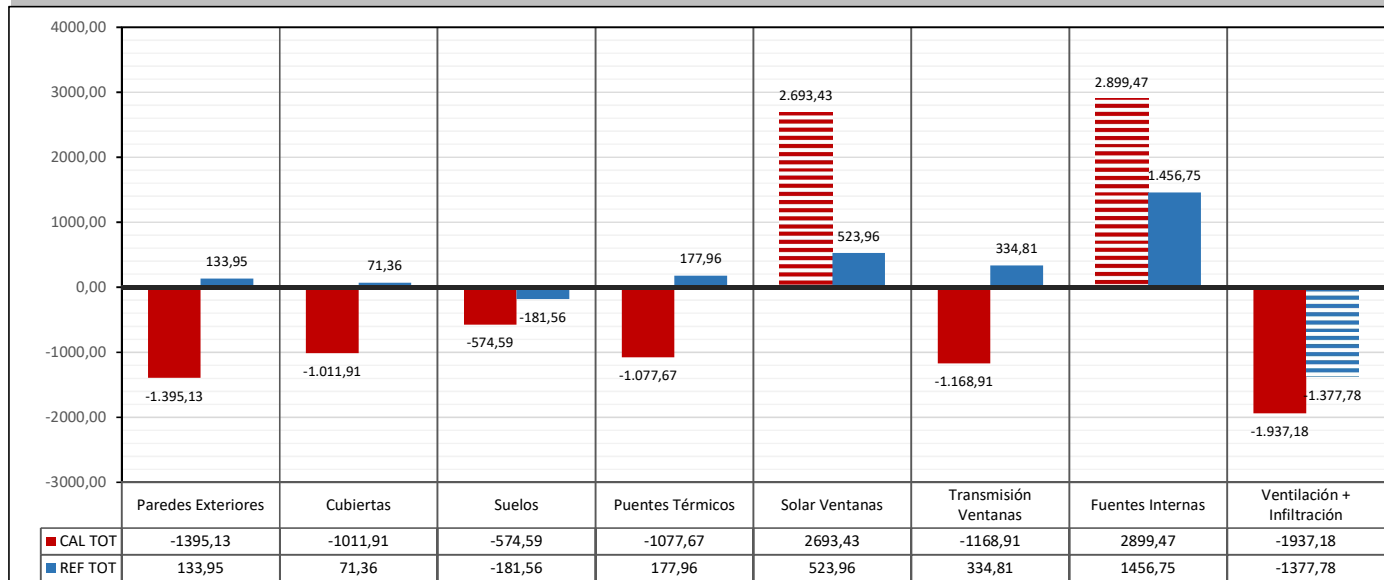
TOTAL



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Calefacción	-323,10	-272,21	-208,54	-143,71	-88,91	134,37	380,87	402,77	221,46	-11,62	-165,15	-359,26

Demanda mensual de energía kWh

TOTAL



Licencia de uso:



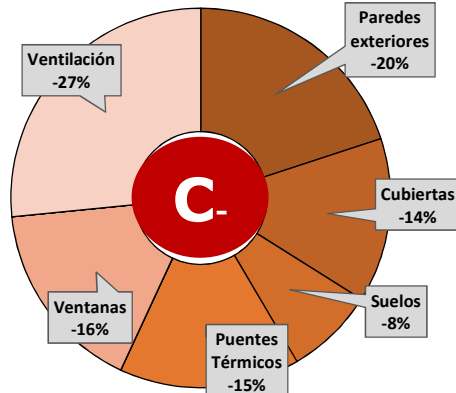
Actualizaciones y otras herramientas:



Perdidas Calefacción kWh/m2 año

-78,24

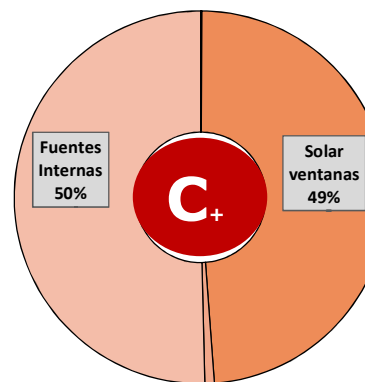
kWh/m2 año



Ganancias Calefacción kWh/m2 año

53,01

kWh/m2 año



Superficie TOTAL habitable

108,19 m2

Total

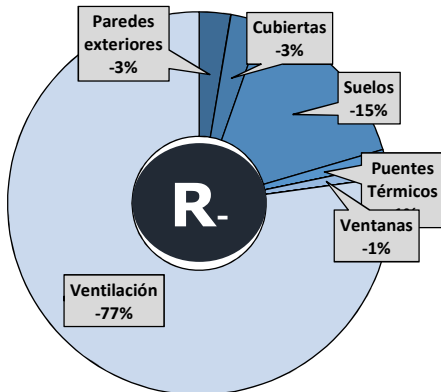
-25,23 kWh/m2 año

	Cal_perdidas	Cal_ganancias
Paredes exteriores	-15,60	0,02
Cubiertas	-10,96	0,01
Suelos	-5,93	0,01
Puentes Térmicos	-12,05	0,02
Solar ventanas	0,00	25,82
Ventanas	-12,91	0,44
Fuentes Internas	0,00	26,69
Ventilación	-20,79	0,00
TOTAL	-78,24	53,01

Perdidas Refrigeración kWh/m2 año

-18,11

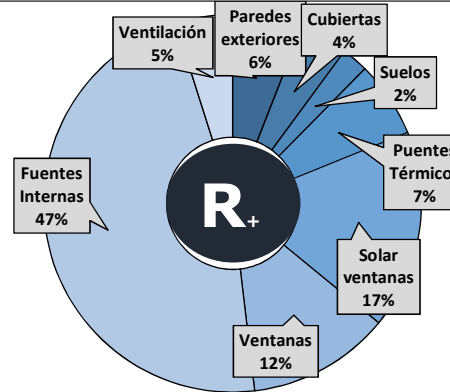
kWh/m2 año



Ganancias Refrigeración kWh/m2 año

28,69

kWh/m2 año



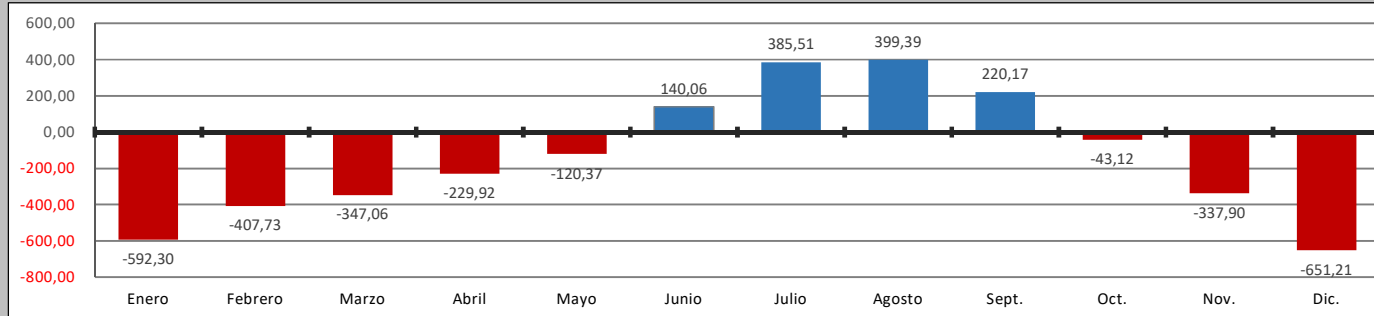
Total

10,58 kWh/m2 año

	Ref_perdidas	Ref_ganancias
Paredes exteriores	-0,48	1,71
Cubiertas	-0,50	1,18
Suelos	-2,73	0,66
Puentes Térmicos	-0,24	1,86
Solar ventanas	0,00	4,89
Ventanas	-0,19	3,50
Fuentes Internas	0,00	13,48
Ventilación	-13,97	1,40
TOTAL	-18,11	28,69

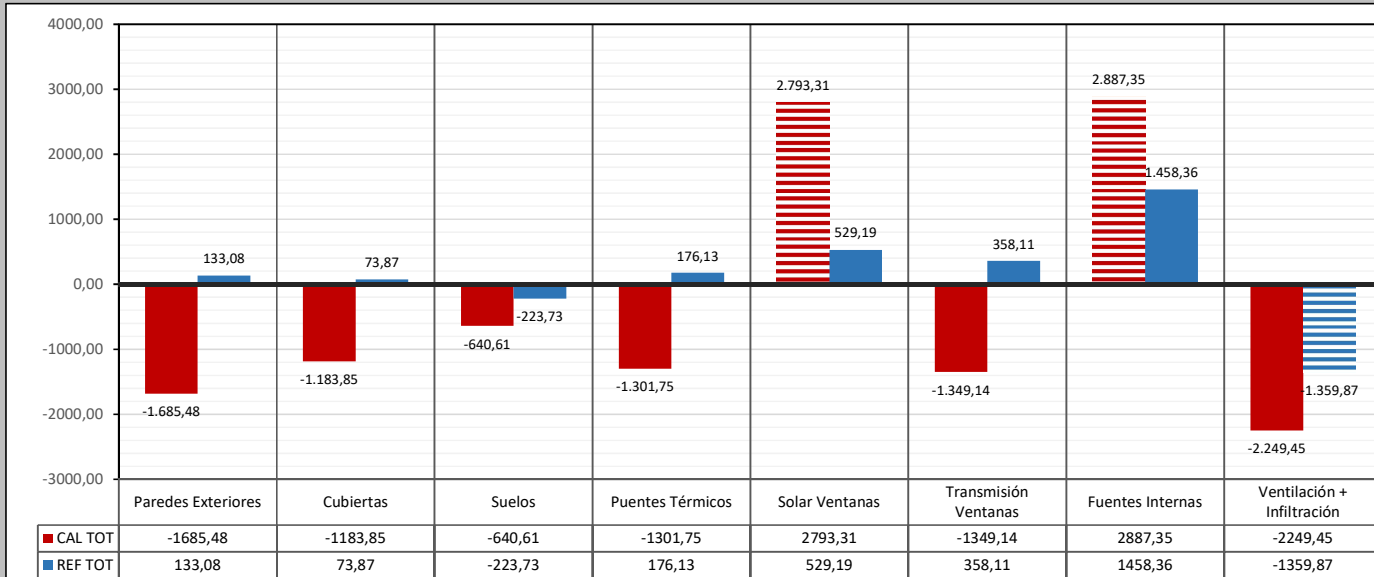
Selección datos por espacios

Demanda mensual de energía kWh	Total Kwh	Superficie	108,19m2
		TOTAL	



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Calefacción	-592,30	-407,73	-347,06	-229,92	-120,37	140,06	385,51	399,39	220,17	-43,12	-337,90	-651,21

Demanda mensual de energía kWh	TOTAL
--------------------------------	-------



ANEXO 3.

CÁLCULOS CARGAS CALEFACCIÓN

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA B4

1. CARGAS TÉRMICAS

PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL TOTAL (m3/h)
Dormitorio 1		4			
Dormitorio 2 (principal)		8			
Salón/Comedor		8			
TOTAL LOCALES SECOS		20			
Cocina	7				
Baño	7				
TOTAL LOCALES HÚMEDOS					
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24			
24>20>14	CAUDAL TOTAL			24	
				3,6	86,40

CARGA POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

$$Q_v = p \times V_a \times C_{pa} \times (T_i - T_e)$$

TABLA 3.1

ZONA B TEMP. EXT. 5°C
 TEMP. INT. 23°C

LOCAL	Ti	Te	Ti-Te	p x Cp	Va	Qv (kc/h)
VIVIENDA	23	5	18	0,3	86,40	466,56

CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS

$Q_t = Q_{to} \times 1,2$	0
---------------------------	---

$$Q_{to} = S \times U \times (T_i - T_e)$$

ENTRADA/PASILLO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	5,08	0,30	0,26	23	13	10	13,10	
TECHO	5,08	0,28	0,24	23	5	18	22,01	
FACHADA	25,31	0,29	0,25	23	5	18	113,58	
VENTANA								
							148,70	178,44

SALÓN/COMEDOR/COCINA

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	50,68	0,30	0,26	23	13	10	130,73	
TECHO	50,68	0,28	0,24	23	5	18	219,63	
FACHADA	63,55	0,29	0,25	23	5	18	285,24	
VENTANA	11,32	1,50	1,29	23	5	18	262,80	
							898,40	1078,08

DORMITORIO 1

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	10,51	0,30	0,26	23	13	10	27,11	
TECHO	10,51	0,28	0,24	23	5	18	45,55	
FACHADA	7,75	0,29	0,25	23	5	18	34,79	
VENTANA	1,32	1,50	1,29	23	5	18	30,64	
							138,09	165,70

DORMITORIO 2

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	14,59	0,30	0,26	23	13	10	37,64	
TECHO	14,59	0,28	0,24	23	5	18	63,23	
FACHADA	25,23	0,29	0,25	23	5	18	113,24	
VENTANA	1,44	1,50	1,29	23	5	18	33,43	
							247,54	297,04

BAÑO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	6,43	0,30	0,26	23	13	10	16,59	
TECHO	6,43	0,28	0,24	23	5	18	27,87	
FACHADA	18,48	0,29	0,25	23	5	18	82,95	
							127,40	152,88

CARGA TOTAL POR ESTANCIA

LOCAL	Qt	Qv	Q (kc/h)
ENTR./PASILLO	178,44		
SALÓN/COM/COC	1078,08		
DORM. 1	165,70		
DORM. 2	297,04		
BAÑO	152,88		
TOTAL	1872,14	466,56	2338,70

CARGA TÉRMICA TOTAL EN VIVIENDA ZONA B4

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA C3

1. CARGAS TÉRMICAS

PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL TOTAL (m3/h)	
Dormitorio 1		4				
Dormitorio 2 (principal)		8				
Salón/Comedor		8				
TOTAL LOCALES SECOS		20				
Cocina	7					
Baño	7					
TOTAL LOCALES HÚMEDOS						
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24				
24>20>14	CAUDAL TOTAL			24		
				3,6	86,40	

CARGA POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

$$Q_v = p \times V_a \times C_{pa} \times (T_i - T_e)$$

TABLA 3.1

ZONA B TEMP. EXT. 3°C
 TEMP. INT. 23°C

LOCAL	Ti	Te	Ti-Te	p x Cp	Va	Qv (kc/h)
VIVIENDA	23	3	20	0,3	86,40	518,40

CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS

$$Q_t = Q_{to} \times 1,2$$

$$Q_{to} = S \times U \times (T_i - T_e)$$

ENTRADA/PASILLO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	5,08	0,30	0,26	23	12	11	14,41	
TECHO	5,08	0,28	0,24	23	3	20	24,46	
FACHADA	25,31	0,29	0,25	23	3	20	126,20	
VENTANA								
							165,07	198,09

SALÓN/COMEDOR/COCINA

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	50,68	0,30	0,26	23	12	11	143,80	
TECHO	50,68	0,28	0,24	23	3	20	244,03	
FACHADA	63,55	0,29	0,25	23	3	20	316,93	
VENTANA	11,32	1,50	1,29	23	3	20	292,00	
							996,77	1196,12

DORMITORIO 1

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	10,51	0,30	0,26	23	12	11	29,82	
TECHO	10,51	0,28	0,24	23	3	20	50,61	
FACHADA	7,75	0,29	0,25	23	3	20	38,65	
VENTANA	1,32	1,50	1,29	23	3	20	34,05	
							153,13	183,75

DORMITORIO 2

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	14,59	0,30	0,26	23	12	11	41,40	
TECHO	14,59	0,28	0,24	23	3	20	70,25	
FACHADA	25,23	0,29	0,25	23	3	20	125,82	
VENTANA	1,44	1,50	1,29	23	3	20	37,15	
							274,62	329,55

BAÑO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	6,43	0,30	0,26	23	12	11	18,25	
TECHO	6,43	0,28	0,24	23	3	20	30,96	
FACHADA	18,48	0,29	0,25	23	3	20	92,16	
							141,37	169,64

CARGA TOTAL POR ESTANCIA

LOCAL	Qt	Qv	Q (kc/h)
ENTR./PASILLO	198,09		
SALÓN/COM/COC	1196,12		
DORM. 1	183,75		
DORM. 2	329,55		
BAÑO	169,64		
TOTAL	2077,15	518,40	2595,55

CARGA TÉRMICA TOTAL EN VIVIENDA ZONA C3

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA D3

1. CARGAS TÉRMICAS

PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL TOTAL (m3/h)
Dormitorio 1		4			
Dormitorio 2 (principal)		8			
Salón/Comedor		8			
TOTAL LOCALES SECOS		20			
Cocina	7				
Baño	7				
TOTAL LOCALES HÚMEDOS					
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24			
24>20>14	CAUDAL TOTAL			24	
				3,6	86,40

CARGA POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

$$Q_v = p \times V_a \times C_{pa} \times (T_i - T_e)$$

TABLA 3.1

ZONA B TEMP. EXT. 0°C
 TEMP. INT. 23°C

LOCAL	Ti	Te	Ti-Te	p x Cp	Va	Qv (kc/h)
VIVIENDA	23	0	23	0,3	86,40	596,16

CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS

$$Q_t = Q_{to} \times 1,2$$

$$Q_{to} = S \times U \times (T_i - T_e)$$

ENTRADA/PASILLO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	5,08	0,30	0,26	23	10	13	17,04	
TECHO	5,08	0,28	0,24	23	0	23	28,13	
FACHADA	25,31	0,29	0,25	23	0	23	145,13	
VENTANA								
							190,29	228,35

SALÓN/COMEDOR/COCINA

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	50,68	0,30	0,26	23	10	13	169,95	
TECHO	50,68	0,28	0,24	23	0	23	280,64	
FACHADA	63,55	0,29	0,25	23	0	23	364,47	
VENTANA	11,32	1,50	1,29	23	0	23	335,80	
							1150,86	1381,03

DORMITORIO 1

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	10,51	0,30	0,26	23	10	13	35,24	
TECHO	10,51	0,28	0,24	23	0	23	58,20	
FACHADA	7,75	0,29	0,25	23	0	23	44,45	
VENTANA	1,32	1,50	1,29	23	0	23	39,16	
							177,05	212,46

DORMITORIO 2

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	14,59	0,30	0,26	23	10	13	48,93	
TECHO	14,59	0,28	0,24	23	0	23	80,79	
FACHADA	25,23	0,29	0,25	23	0	23	144,70	
VENTANA	1,44	1,50	1,29	23	0	23	42,72	
							317,13	380,56

BAÑO

CERRAM.	S (m2)	U (kW)	U (kc/h·m2·°C)	Ti	Te	Ti-Te	Qto	Qt
SUELO	6,43	0,30	0,26	23	10	13	21,56	
TECHO	6,43	0,28	0,24	23	0	23	35,61	
FACHADA	18,48	0,29	0,25	23	0	23	105,99	
							163,15	195,78

CARGA TOTAL POR ESTANCIA

LOCAL	Qt	Qv	Q (kc/h)
ENTR./PASILLO	228,35		
SALÓN/COM/COC	1381,03		
DORM. 1	212,46		
DORM. 2	380,56		
BAÑO	195,78		
TOTAL	2398,18	596,16	2994,34

CARGA TÉRMICA TOTAL EN VIVIENDA ZONA D3

ANEXO 4.

CÁLCULOS CARGAS CLIMATIZACIÓN

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA B4

1. Peor momento respecto a la radiación solar del edificio

s/ Tabla 10.0 Máx. radiación al Sur:
 Septiembre, 12h → 441 W/m²

2. Evaluación de las cargas térmicas

2.1 CARGAS TÉRMICAS POR RADIACIÓN A TRAVÉS DEL VIDRIO (Q_{RV})

Cálculo de la superficie en sombra

* Las ventanas situadas en la fachada norte no se tienen en cuenta para el cálculo puesto que estarán siempre en sombra

$$S_s = (a \times H \times R) + (b \times L \times R) - (a \times b \times R^2)$$

	a	b	H	L	R
SALÓN (B1)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
SALÓN (B2)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
COCINA (V1)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 1 (V2)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 2 (B3)	sombra	1,19	2,10	1,20	0,20

	axHxR	bxLxR	axbxR ²	Ss (m ²)
SALÓN (B1)	-	0,48	-	0,48
SALÓN (B2)	-	0,48	-	0,48
COCINA (V1)	-	0,26	-	0,26
DORM 1 (V2)	-	0,26	-	0,26
DORM 2 (B3)	-	0,29	-	0,29

Cálculo de la superficie iluminada

$$S_i = S_v - S_s$$

	Sv	Ss	Si
SALÓN (B1)	4,2	0,48	3,72
SALÓN (B2)	4,2	0,48	3,72
COCINA (V1)	1,21	0,26	0,95
DORM 1 (V2)	1,21	0,26	0,95
DORM 2 (B3)	2,52	0,29	2,23

Valor de la carga instantánea por radiación a través del vidrio

$$Q_{RS} = Q_N \times S_s$$

$$Q_{RI} = Q_i \times S_i$$

	Ss	Q _N	Q _{RS}	S _i	Q _i	Q _{RI}
SALÓN (B1)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
SALÓN (B2)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
COCINA (V1)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 1 (V2)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 2 (B3)	0,29	28	8,00	2,23	441	985,37

Carga real de refrigeración por radiación solar en ventanas

$$Q_{RV} = (Q_{RS} + Q_{RI}) \times K_{CV} \times K_{ALM}$$

	Q _{RS}	Q _{RI}	Q _{RS} + Q _{RI}	K _{CV}	K _{ALM}	Q _{RV} (W)
SALÓN (B1)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
SALÓN (B2)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
COCINA (V1)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95
DORM 1 (V2)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95

DORM 2 (B3)	8,00	985,37	993,37	0,11	0,64	69,93
						362,95

2.2 CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DEL VIDRIO DE LAS VENTANAS (Q_{TV})

$$Q_{TV} = S \times U \times (t_e - t_i)$$

	S	U	te	ti	(te-ti)	Q_{TV} (W)
SALÓN (B1)	4,20	1,80	31	23	8	60,48
SALÓN (B2)	4,20	1,80	31	23	8	60,48
COCINA (V1)	1,21	1,80	31	23	8	17,42
DORM 1 (V2)	1,21	1,80	31	23	8	17,42
DORM 2 (B3)	2,52	1,80	31	23	8	36,29
						192,10

2.4 CARGA POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN POR MUROS Y TECHOS EXTERIORES (Q_{ME})

$$\Delta_{teq} = a + \Delta_{ts} + b R_o/R_j (\Delta_{ti} - \Delta_{ts})$$

T seca = 31 T int = 23
T húmeda = 21 O.M.D. = 9,8

a) Factor de corrección

(Te - Ti) = 8 Tabla 11.1 0,4
O.M.D = 9,8

Δ_{ts}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sombra

Peso = 300
Peor hora = 14 Tabla 11.2 3,2
Orientación NORTE

Δ_{ti}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sol

Peso = 100
Peor hora = 14 Tabla 11.2 13,2
Orientación SUR

b) Color del muro

Consideramos un color claro : 0,55

R_o) Radiación solar según orientación y mes

Tabla 10.8 SUR
SEPTIEMBRE } 441

R_i) Radiación solar Julio

Tabla 10.8 SUR
JULIO } 217

Δ_{teq}) 14,78

ORIENTACIÓN	a	Δ_{ts}	b	R_o	R_j	R_o/R_j	Δ_{ti}	Δ_{ts}	$\Delta_{ti} - \Delta_{ts}$	Δ_{teq}
S	0,40	3,20	0,55	441,00	217,00	2,03	13,20	3,20	10,00	14,78
E	0,40	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	7,70	3,20	4,50	5,85

O	0,40	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	5,40	3,20	2,20	4,70
N	0,40	3,20	0,55	28,00	47,00	0,60	3,20	3,20	0,00	3,60
TECHO	0,40	4,30	0,55	577,00	734,00	0,79	15,50	4,30	11,20	9,54

$$Q_{ME} = S \times U \times \Delta_{teq}$$

	ORIENTACIÓN	S	U	Δ_{teq}	Q	Q_{ME}
SALÓN/COMEDOR/COCINA	S	30,33	0,21	14,78	94,12	199,93
	O	18,60	0,21	4,70	18,37	
	N	19,71	0,21	3,60	14,90	
	TECHO	50,68	0,15	9,54	72,54	
DORM. 1	S	8,37	0,21	14,78	25,97	41,02
	TECHO	10,51	0,15	9,54	15,04	
DORM. 2 (PPAL)	S	13,65	0,21	14,78	42,36	76,93
	E	11,13	0,21	5,85	13,68	
	TECHO	14,59	0,15	9,54	20,88	
BAÑO	E	7,47	0,21	5,85	9,18	26,67
	N	10,95	0,21	3,60	8,28	
	TECHO	6,43	0,15	9,54	9,20	
PASILLO	N	21,69	0,21	3,60	16,40	23,67
	TECHO	5,08	0,15	9,54	7,27	
						368,21

2.5 CARGA DE VENTILACIÓN (QV S+L)

2.5.1. Carga sensible

$$Q_{VS} = V_V \times 0,34 (t_e - t_i)$$

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL Vv (m3/h)	
Dormitorio 1		4				
Dormitorio 2 (principal)		8				
Salón/Comedor		8				
TOTAL LOCALES SECOS		20				
Cocina		7				
Baño		7				
TOTAL LOCALES HÚMEDOS		14				
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24				
24>20>14	CAUDAL TOTAL		24	3,6	86,40	

V_V	0,34	$(t_e - t_i)$	$Q_{VS} (W)$
86,40	0,34	8	235,01

2.5.2. Carga latente

$$Q_{VL} = V_V \times 0,833 (X_e - X_i)$$

Condiciones exteriores:

$$\left. \begin{array}{l} T_s = 31 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_H = 21 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} X_e = 10,3$$

Condiciones interiores de diseño:

$$\left. \begin{array}{l} T_{Si} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ H_{Ri} = 50\% \end{array} \right\} X_i = 8,8$$

V_V	0,833	$X_e - X_i$	$Q_{VL} (W)$
86,40	0,833	1,5	107,957

2.6 CARGAS POR OCUPANTES (QO S+L)

$$Q_{OS} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_S$$

$$Q_{OL} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_L$$

	Nº OCUPANTES	W _S	W _L	Q _{OS} (W)	Q _{OL} (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	75	51	300	204
DORM. 1	2	75	51	150	102
DORM. 2	2	75	51	150	102
BAÑO	1	75	51	75	51
PASILLO	-	-	-	-	-
				675,00	459,00

2.7 CARGAS POR ILUMINACIÓN (QI)

$$QI = n^{\circ} \text{ bombillas} \times W \times (f_a \times K)$$

	Nº BOMBILLAS	W	f _a x K	Q _I (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	100	0,95	380,00
DORM. 1	2	100	0,95	190,00
DORM. 2	1	100	0,95	95,00
BAÑO	1	100	0,95	95,00
PASILLO	1	100	0,95	95,00
				855,00

3. Cálculo de la potencia del equipo

Q _{RV}	Q _{TV}	Q _{ME}	Q _{VS}	Q _{VL}	Q _{OS}	Q _{OL}	Q _I	TOTAL (W)
362,95	192,10	368,21	235,01	107,96	675,00	459,00	855,00	3255,22

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA C3

1. Peor momento respecto a la radiación solar del edificio

s/ Tabla 10.0 Máx. radiación al Sur:
Septiembre, 12h → 441 W/m²

2. Evaluación de las cargas térmicas

2.1 CARGAS TÉRMICAS POR RADIACIÓN A TRAVÉS DEL VIDRIO (Q_{RV})

Cálculo de la superficie en sombra

* Las ventanas situadas en la fachada norte no se tienen en cuenta para el cálculo puesto que estarán siempre en sombra

$$S_s = (a \times H \times R) + (b \times L \times R) - (a \times b \times R^2)$$

	a	b	H	L	R
SALÓN (B1)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
SALÓN (B2)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
COCINA (V1)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 1 (V2)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 2 (B3)	sombra	1,19	2,10	1,20	0,20

	axHxR	bxLxR	axbxR ²	Ss (m ²)
SALÓN (B1)	-	0,48	-	0,48
SALÓN (B2)	-	0,48	-	0,48
COCINA (V1)	-	0,26	-	0,26
DORM 1 (V2)	-	0,26	-	0,26
DORM 2 (B3)	-	0,29	-	0,29

Cálculo de la superficie iluminada

$$S_i = S_v - S_s$$

	Sv	Ss	Si
SALÓN (B1)	4,2	0,48	3,72
SALÓN (B2)	4,2	0,48	3,72
COCINA (V1)	1,21	0,26	0,95
DORM 1 (V2)	1,21	0,26	0,95
DORM 2 (B3)	2,52	0,29	2,23

Valor de la carga instantánea por radiación a través del vidrio

$$Q_{RS} = Q_N \times S_s$$

$$Q_{RI} = Q_i \times S_i$$

	S _s	Q _N	Q _{RS}	S _i	Q _i	Q _{RI}
SALÓN (B1)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
SALÓN (B2)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
COCINA (V1)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 1 (V2)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 2 (B3)	0,29	28	8,00	2,23	441	985,37

Carga real de refrigeración por radiación solar en ventanas

$$Q_{RV} = (Q_{RS} + Q_{RI}) \times K_{CV} \times K_{ALM}$$

	Q _{RS}	Q _{RI}	Q _{RS} + Q _{RI}	K _{CV}	K _{ALM}	Q _{RV} (W)
SALÓN (B1)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
SALÓN (B2)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
COCINA (V1)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95
DORM 1 (V2)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95

DORM 2 (B3)	8,00	985,37	993,37	0,11	0,64	69,93
						362,95

2.2 CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DEL VIDRIO DE LAS VENTANAS (Q_{TV})

$$Q_{TV} = S \times U \times (t_e - t_i)$$

	S	U	te	ti	(te-ti)	Q_{TV} (W)
SALÓN (B1)	4,20	1,80	35	23	12	90,72
SALÓN (B2)	4,20	1,80	35	23	12	90,72
COCINA (V1)	1,21	1,80	35	23	12	26,14
DORM 1 (V2)	1,21	1,80	35	23	12	26,14
DORM 2 (B3)	2,52	1,80	35	23	12	54,43
						288,14

2.4 CARGA POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN POR MUROS Y TECHOS EXTERIORES (Q_{ME})

$$\Delta_{teq} = a + \Delta_{ts} + b R_o/R_j (\Delta_{ti} - \Delta_{ts})$$

T seca = 35 T int = 23
T húmeda = 20 O.M.D. = 16

a) Factor de corrección

(Te - Ti) = 12 Tabla 11.1 1,4
O.M.D = 16

Δ_{ts}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sombra

Peso = 300
Peor hora = 14 Tabla 11.2 3,2
Orientación NORTE

Δ_{ti}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sol

Peso = 300
Peor hora = 14 Tabla 11.2 13,2
Orientación SUR

b) Color del muro

Consideramos un color claro : 0,55

R_o) Radiación solar según orientación y mes

Tabla 10.8 SUR
 SEPTIEMBRE } 441

R_i) Radiación solar Julio

Tabla 10.8 SUR
 JULIO } 217

Δ_{teq}) 15,78

ORIENTACIÓN	a	Δ_{ts}	b	R_o	R_j	R_o/R_j	Δ_{ti}	Δ_{ts}	$\Delta_{ti} - \Delta_{ts}$	Δ_{teq}
S	1,40	3,20	0,55	441,00	217,00	2,03	13,20	3,20	10,00	15,78
E	1,40	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	7,70	3,20	4,50	6,85

O	1,40	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	5,40	3,20	2,20	5,70
N	1,40	3,20	0,55	28,00	47,00	0,60	3,20	3,20	0,00	4,60
TECHO	1,40	4,30	0,55	577,00	734,00	0,79	15,50	4,30	11,20	10,54

$$Q_{ME} = S \times U \times \Delta_{teq}$$

	ORIENTACIÓN	S	U	Δ_{teq}	Q	Q_{ME}
SALÓN/COMEDOR/COCINA	S	30,33	0,21	15,78	100,49	221,95
	O	18,60	0,21	5,70	22,27	
	N	19,71	0,21	4,60	19,04	
	TECHO	50,68	0,15	10,54	80,14	
DORM. 1	S	8,37	0,21	15,78	27,73	44,35
	TECHO	10,51	0,15	10,54	16,62	
DORM. 2 (PPAL)	S	13,65	0,21	15,78	45,23	84,32
	E	11,13	0,21	6,85	16,02	
	TECHO	14,59	0,15	10,54	23,07	
BAÑO	E	7,47	0,21	6,85	10,75	31,50
	N	10,95	0,21	4,60	10,58	
	TECHO	6,43	0,15	10,54	10,17	
PASILLO	N	21,69	0,21	4,60	20,95	28,99
	TECHO	5,08	0,15	10,54	8,03	
						411,10

2.5 CARGA DE VENTILACIÓN (QV S+L)

2.5.1. Carga sensible

$$Q_{VS} = V_V \times 0,34 (t_e - t_i)$$

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL Vv (m3/h)	
Dormitorio 1		4				
Dormitorio 2 (principal)		8				
Salón/Comedor		8				
TOTAL LOCALES SECOS		20				
Cocina		7				
Baño		7				
TOTAL LOCALES HÚMEDOS		14				
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24				
24>20>14	CAUDAL TOTAL		24	3,6	86,40	

V_V	0,34	$(t_e - t_i)$	$Q_{VS} (W)$
86,40	0,34	12	352,51

2.5.2. Carga latente

$$Q_{VL} = V_V \times 0,833 (X_e - X_i)$$

Condiciones exteriores:

$$\left. \begin{array}{l} T_s = 35 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_H = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} X_e = 8,5$$

Condiciones interiores de diseño:

$$\left. \begin{array}{l} T_{Si} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ H_{Ri} = 40\% \end{array} \right\} X_i = 7,0$$

V_V	0,833	$X_e - X_i$	$Q_{VL} (W)$
86,40	0,833	1,5	107,957

2.6 CARGAS POR OCUPANTES (QO S+L)

$$Q_{OS} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_S$$

$$Q_{OL} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_L$$

	Nº OCUPANTES	W _S	W _L	Q _{OS} (W)	Q _{OL} (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	75	51	300	204
DORM. 1	2	75	51	150	102
DORM. 2	2	75	51	150	102
BAÑO	1	75	51	75	51
PASILLO	-	-	-	-	-
				675,00	459,00

2.7 CARGAS POR ILUMINACIÓN (QI)

$$QI = n^{\circ} \text{ bombillas} \times W \times (f_a \times K)$$

	Nº BOMBILLAS	W	f _a x K	Q _I (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	100	0,95	380,00
DORM. 1	2	100	0,95	190,00
DORM. 2	1	100	0,95	95,00
BAÑO	1	100	0,95	95,00
PASILLO	1	100	0,95	95,00
				855,00

3. Cálculo de la potencia del equipo

Q _{RV}	Q _{TV}	Q _{ME}	Q _{VS}	Q _{VL}	Q _{OS}	Q _{OL}	Q _I	TOTAL (W)
362,95	288,14	411,10	352,51	107,96	675,00	459,00	855,00	3511,67

VIVIENDA ZONA CLIMÁTICA C3

1. Peor momento respecto a la radiación solar del edificio

s/ Tabla 10.0 Máx. radiación al Sur:
Septiembre, 12h → 441 W/m²

2. Evaluación de las cargas térmicas

2.1 CARGAS TÉRMICAS POR RADIACIÓN A TRAVÉS DEL VIDRIO (Q_{RV})

Cálculo de la superficie en sombra

* Las ventanas situadas en la fachada norte no se tienen en cuenta para el cálculo puesto que estarán siempre en sombra

$$S_s = (a \times H \times R) + (b \times L \times R) - (a \times b \times R^2)$$

	a	b	H	L	R
SALÓN (B1)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
SALÓN (B2)	sombra	1,19	2,10	2,00	0,20
COCINA (V1)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 1 (V2)	sombra	1,19	1,10	1,10	0,20
DORM 2 (B3)	sombra	1,19	2,10	1,20	0,20

	axHxR	bxLxR	axbxR ²	Ss (m ²)
SALÓN (B1)	-	0,48	-	0,48
SALÓN (B2)	-	0,48	-	0,48
COCINA (V1)	-	0,26	-	0,26
DORM 1 (V2)	-	0,26	-	0,26
DORM 2 (B3)	-	0,29	-	0,29

Cálculo de la superficie iluminada

$$S_i = S_v - S_s$$

	Sv	Ss	Si
SALÓN (B1)	4,2	0,48	3,72
SALÓN (B2)	4,2	0,48	3,72
COCINA (V1)	1,21	0,26	0,95
DORM 1 (V2)	1,21	0,26	0,95
DORM 2 (B3)	2,52	0,29	2,23

Valor de la carga instantánea por radiación a través del vidrio

$$Q_{RS} = Q_N \times S_s$$

$$Q_{RI} = Q_i \times S_i$$

	Ss	Q _N	Q _{RS}	S _i	Q _i	Q _{RI}
SALÓN (B1)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
SALÓN (B2)	0,48	28	13,33	3,72	441	1642,28
COCINA (V1)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 1 (V2)	0,26	28	7,33	0,95	441	418,16
DORM 2 (B3)	0,29	28	8,00	2,23	441	985,37

Carga real de refrigeración por radiación solar en ventanas

$$Q_{RV} = (Q_{RS} + Q_{RI}) \times K_{CV} \times K_{ALM}$$

	Q _{RS}	Q _{RI}	Q _{RS} + Q _{RI}	K _{CV}	K _{ALM}	Q _{RV} (W)
SALÓN (B1)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
SALÓN (B2)	13,33	1642,28	1655,61	0,11	0,64	116,56
COCINA (V1)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95
DORM 1 (V2)	7,33	418,16	425,49	0,11	0,64	29,95

DORM 2 (B3)	8,00	985,37	993,37	0,11	0,64	69,93
						362,95

2.2 CARGA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DEL VIDRIO DE LAS VENTANAS (Q_{TV})

$$Q_{TV} = S \times U \times (t_e - t_i)$$

	S	U	te	ti	(te-ti)	Q_{TV} (W)
SALÓN (B1)	4,20	1,80	34	23	11	83,16
SALÓN (B2)	4,20	1,80	34	23	11	83,16
COCINA (V1)	1,21	1,80	34	23	11	23,96
DORM 1 (V2)	1,21	1,80	34	23	11	23,96
DORM 2 (B3)	2,52	1,80	34	23	11	49,90
						264,13

2.4 CARGA POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN POR MUROS Y TECHOS EXTERIORES (Q_{ME})

$$\Delta_{teq} = a + \Delta_{ts} + b R_o/R_j (\Delta_{ti} - \Delta_{ts})$$

T seca = 34 T int = 23
T húmeda = 20 O.M.D. = 16

a) Factor de corrección

(Te - Ti) = 11 Tabla 11.1 1
O.M.D = 16

Δ_{ts}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sombra

Peso = 300
Peor hora = 14 Tabla 11.2 3,2
Orientación NORTE

Δ_{ti}) Diferencia equivalente de temperatura. Muro en sol

Peso = 300
Peor hora = 14 Tabla 11.2 13,2
Orientación SUR

b) Color del muro

Consideramos un color claro : 0,55

R_o) Radiación solar según orientación y mes

Tabla 10.8 SUR
 SEPTIEMBRE } 441

R_i) Radiación solar Julio

Tabla 10.8 SUR
 JULIO } 217

Δ_{teq}) 15,38

ORIENTACIÓN	a	Δ_{ts}	b	R_o	R_j	R_o/R_j	Δ_{ti}	Δ_{ts}	$\Delta_{ti} - \Delta_{ts}$	Δ_{teq}
S	1,00	3,20	0,55	441,00	217,00	2,03	13,20	3,20	10,00	15,38
E	1,00	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	7,70	3,20	4,50	6,45

O	1,00	3,20	0,55	470,00	516,00	0,91	5,40	3,20	2,20	5,30
N	1,00	3,20	0,55	28,00	47,00	0,60	3,20	3,20	0,00	4,20
TECHO	1,00	4,30	0,55	577,00	734,00	0,79	15,50	4,30	11,20	10,14

$$Q_{ME} = S \times U \times \Delta_{teq}$$

	ORIENTACIÓN	S	U	Δ_{teq}	Q	Q_{ME}
SALÓN/COMEDOR/COCINA	S	30,33	0,21	15,38	97,94	213,14
	O	18,60	0,21	5,30	20,71	
	N	19,71	0,21	4,20	17,38	
	TECHO	50,68	0,15	10,14	77,10	
DORM. 1	S	8,37	0,21	15,38	27,03	43,02
	TECHO	10,51	0,15	10,14	15,99	
DORM. 2 (PPAL)	S	13,65	0,21	15,38	44,08	81,36
	E	11,13	0,21	6,45	15,09	
	TECHO	14,59	0,15	10,14	22,20	
BAÑO	E	7,47	0,21	6,45	10,12	29,57
	N	10,95	0,21	4,20	9,66	
	TECHO	6,43	0,15	10,14	9,78	
PASILLO	N	21,69	0,21	4,20	19,13	26,86
	TECHO	5,08	0,15	10,14	7,73	
						393,94

2.5 CARGA DE VENTILACIÓN (QV S+L)

2.5.1. Carga sensible

$$Q_{VS} = V_V \times 0,34 (t_e - t_i)$$

CAUDAL DE AIRE INFILTRADO SEGÚN DB-HS3

ESTANCIA		CAUDAL TOTAL (l/s)		l/s a m3/h	CAUDAL Vv (m3/h)	
Dormitorio 1		4				
Dormitorio 2 (principal)		8				
Salón/Comedor		8				
TOTAL LOCALES SECOS		20				
Cocina		7				
Baño		7				
TOTAL LOCALES HÚMEDOS		14				
CAUDAL MÍNIMO TOTAL		24				
24>20>14	CAUDAL TOTAL		24	3,6	86,40	

V_V	0,34	$(t_e - t_i)$	$Q_{VS} (W)$
86,40	0,34	11	323,14

2.5.2. Carga latente

$$Q_{VL} = V_V \times 0,833 (X_e - X_i)$$

Condiciones exteriores:

$$\left. \begin{array}{l} T_s = 34 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_H = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} X_e = 8,9$$

Condiciones interiores de diseño:

$$\left. \begin{array}{l} T_{Si} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ H_{Ri} = 40\% \end{array} \right\} X_i = 7,0$$

V_V	0,833	$X_e - X_i$	$Q_{VL} (W)$
86,40	0,833	1,9	136,745

2.6 CARGAS POR OCUPANTES (QO S+L)

$$Q_{OS} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_S$$

$$Q_{OL} = N^{\circ} \text{ ocupantes} \times W_L$$

	Nº OCUPANTES	W _S	W _L	Q _{OS} (W)	Q _{OL} (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	75	51	300	204
DORM. 1	2	75	51	150	102
DORM. 2	2	75	51	150	102
BAÑO	1	75	51	75	51
PASILLO	-	-	-	-	-
				675,00	459,00

2.7 CARGAS POR ILUMINACIÓN (QI)

$$QI = n^{\circ} \text{ bombillas} \times W \times (f_a \times K)$$

	Nº BOMBILLAS	W	f _a x K	Q _I (W)
SALÓN/COMED OR/COCINA	4	100	0,95	380,00
DORM. 1	2	100	0,95	190,00
DORM. 2	1	100	0,95	95,00
BAÑO	1	100	0,95	95,00
PASILLO	1	100	0,95	95,00
				855,00

3. Cálculo de la potencia del equipo

Q _{RV}	Q _{TV}	Q _{ME}	Q _{VS}	Q _{VL}	Q _{OS}	Q _{OL}	Q _I	TOTAL (W)
362,95	264,13	393,94	323,14	136,75	675,00	459,00	855,00	3469,91

ANEXO 5.

DIMENSIONADO APROXIMADO DE SISTEMAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN

La instalación esta situada : Plaza Nueva, 12, 03001 Alicante, España

En las coordenadas :38.345204, -0.486861

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :38 °
- Desorientación respecto al Sur :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 230 V

El sistema dispone de generador auxiliar

CONSUMOS.

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo electrodomesticos (día)				
Aparato		Horas	Energía	Total
Televisor		3	70 W	210 Wh
Frigorifico		8	195 W	1560 Wh
Microondas		0.8	800 W	640 Wh
TOTAL				2410 Wh/d

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11 W	110 Wh
Lámpara incandescente	2	5	60 W	600 Wh
Tubo fluorescente	2	5	30 W	300 Wh
TOTAL				1010 Wh/d

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 3420 WH/DIA

Para el cálculo del rendimiento (Performance Ratio) se han utilizado los siguientes parámetros:

Coeficiente pérdidas en batería	5 %
Coeficiente autodescarga batería	0.5 %
Profundidad de descarga batería	60 %
Coeficiente pérdidas conversión DC/AC	5 %
Coeficiente pérdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	3 d
Rendimiento General	82.88 %

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 19208.49

Se trata de una (vivienda de Uso habitual con los siguientes consumos distribuidos por meses a lo largo del año.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208	19208

HORAS SOL PICO

Para el cálculo de las horas sol pico, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

δ : declinación (grados)
 δ_n : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Se ha elegido un día de cada mes, que viene a coincidir con un día a mediados de mes.

Para el cálculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$ en el solsticio de invierno
 - $(90^\circ - \varphi + \delta)$ en el solsticio de verano
- siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para determinar la inclinación óptima se han utilizado las siguientes premisas:

- $\beta = \varphi - \delta$ en el solsticio de verano
 - $\beta = \varphi + \delta$ en el solsticio de invierno
- pasando por el valor $\beta = \varphi$ en los equinoccios
 siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para la estimación del parámetro rad_glo_op , se ha usado la siguiente fórmula:

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

$G_a(\beta_{opt})$: valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima ($kW \cdot h/m^2$)
 $G_a(0^\circ)$: media anual de la irradiación global horizontal ($kW \cdot h/m^2$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)

Para la obtención del factor de irradiancia (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

FI: Factor de radiación (sin unidades)
 β : Inclinación real de la superficie ($^\circ$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)
 α : acimut de la superficie ($^\circ$)

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ($G_a(\beta_{opt})$) por el factor de irradiación (FI).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	30.39°	38.04°	49.64°	61.44°	70.92°	75.04°	72.84°	64.78°	53.47°	41.32°	32.05°	28.25°
Inclinación optima	59.61°	51.96°	40.36°	28.56°	19.08°	14.96°	17.16°	25.22°	36.53°	48.68°	57.95°	61.75°
rad_glo_hor	2.65	3.6	4.86	6.25	6.88	7.7	7.75	6.78	5.47	3.94	2.73	2.29
rad_glo_op	4.81	5.49	6.17	7.02	7.26	7.97	8.1	7.43	6.63	5.66	4.75	4.41
FI	0.94	0.98	1	0.99	0.96	0.94	0.95	0.98	1	0.99	0.95	0.93
HSP/día	4.53	5.38	6.17	6.95	6.97	7.49	7.69	7.28	6.63	5.6	4.51	4.11
HSP/mes	140.43	150.64	191.27	208.5	216.07	224.7	238.39	225.68	198.9	173.6	135.3	127.41
Temp día max	15.43°	15.03°	15.59°	16.93°	19.06°	22.49°	25.19°	26.36°	24.86°	22.35°	19.09°	16.83°
Consu/HSP día	4240.28	3570.35	3113.21	2763.81	2755.88	2564.55	2497.85	2638.53	2897.21	3430.09	4259.09	4673.6

CALCULOS DE MODULOS

Para el calculo del campo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

- * El mes más desfavorable según consumos: Diciembre
- * Inclinación optima anual: 30.16°
- * Inclinación optima anual por consumos: 38.49°
- * Inclinación elegida: 38°
- * Azimut módulos : 0°
- * Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 17.12°
- * Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 4.11 HSP
- * Energía Real Diaria desde módulos: 19208.49 Wh/d
- * Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- * Potencia pico módulos calculada: 5216 Wp

La elección del módulo, tiene en cuenta los distintos parametros electricos, que determinan el rendimiento, las unidades necesarias y su acoplamiento con el regulador y bateria. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coeficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	233.546 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	5060 Wp	Nº de series paralelo:	11
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	0.97	Total modulos :	22
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			97 %

CALCULOS REGULADORES

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parametros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización. Ver a continuación:

- * Tensión sistema: 48 V
- * Tensión modulos Circuito abierto: 37 V
- * Tensión modulos maxima potencia : 29.8 V
- * Corriente de cortocircuito modulo: 8.22 A
- * Corriente a potencia máxima modulo: 7.73 A
- * Nº de módulos serie instalar: 2
- * Nº de módulos paralelo instalar: 11
- * Total modulos instalar: 22
- * Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 8.22 A
- * Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.73 A
- * Intensidad total sistema (abierto) : 90 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

LEONICS SCP-48240 PWM			
Tensión:	48 V	Voltaje máximo:	48 V
Potencia nominal:	13200 Wp	Consumo propio:	12 mA
Capacidad de carga:	240 A	Ratio aprovechamiento :	0.9
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		267 % Nº Reguladores :	1

CALCULOS BATERIAS

Para el calculo de la bateria, se ha tenido en cuenta, la energía necesaria, la tensión del sistema, así como la profundidad de descarga y la autonomía de dicho sistema en días.

- * Tensión nominal de baterías: 48 V
- * Profundidad de descarga de baterías: 60 %
- * Autonomía del sistema: 3 días
- * Energía Real Diaria: 19208 Wh/día
- * Capacidad útil baterías calculada: 1201 Ah
- * Capacidad real baterías calculada: 2001 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con 24 vasos en serie de 1 series en paralelo de 2311 Ah en C100 , por serie, dando un total de 2311 Ah en C100 y 48 V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de 3 días, con los consumos teóricos.

ECOSAFE TZS-12 TUBULAR-PLATE

Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:

C 10:	1680 Ah	C 20:	1897 Ah	C 40:	2243 Ah	C 100:	2311 Ah	C 120:	2340 Ah
Tensión:				2 V	Nº de elementos serie :				24
Capacidad nominal acumulador :				2311 Ah	Nº de series paralelo :				1
Tensión nominal acumulador :				48 V	Total elementos :				24
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de								115 %	

INVERSOR-CARGADOR

Para el dimensionado del inversor-cargador se han utilizado los siguientes datos:

- * Tensión sistema DC: 48 V
- * Tensión salida AC: 230 V
- * Potencia máxima: 2197 W
- * Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- * Potencia mínima necesaria: 1538 W
- * Factor de seguridad: 0.8
- * Potencia de calculo : 1922 W

La elección del inversor-cargador ha sido la siguiente:

VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

Tensión:	48 V	Potencia nominal:	3000 W
Potencia continua:	2500 W	Potencia instantanea:	6000 W
Consumo en vacio :	16 W	Eficiencia :	95 %
Ratio aprovechamiento :	77 %	Nº inversores :	1
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			130 %

RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
22	Modulo tipo -LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino
1	Regulador tipo - LEONICS SCP-48240 PWM
24	Bateria tipo - ECOSAFE TZS-12 TUBULAR-PLATE
1	Inversor tipo -VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

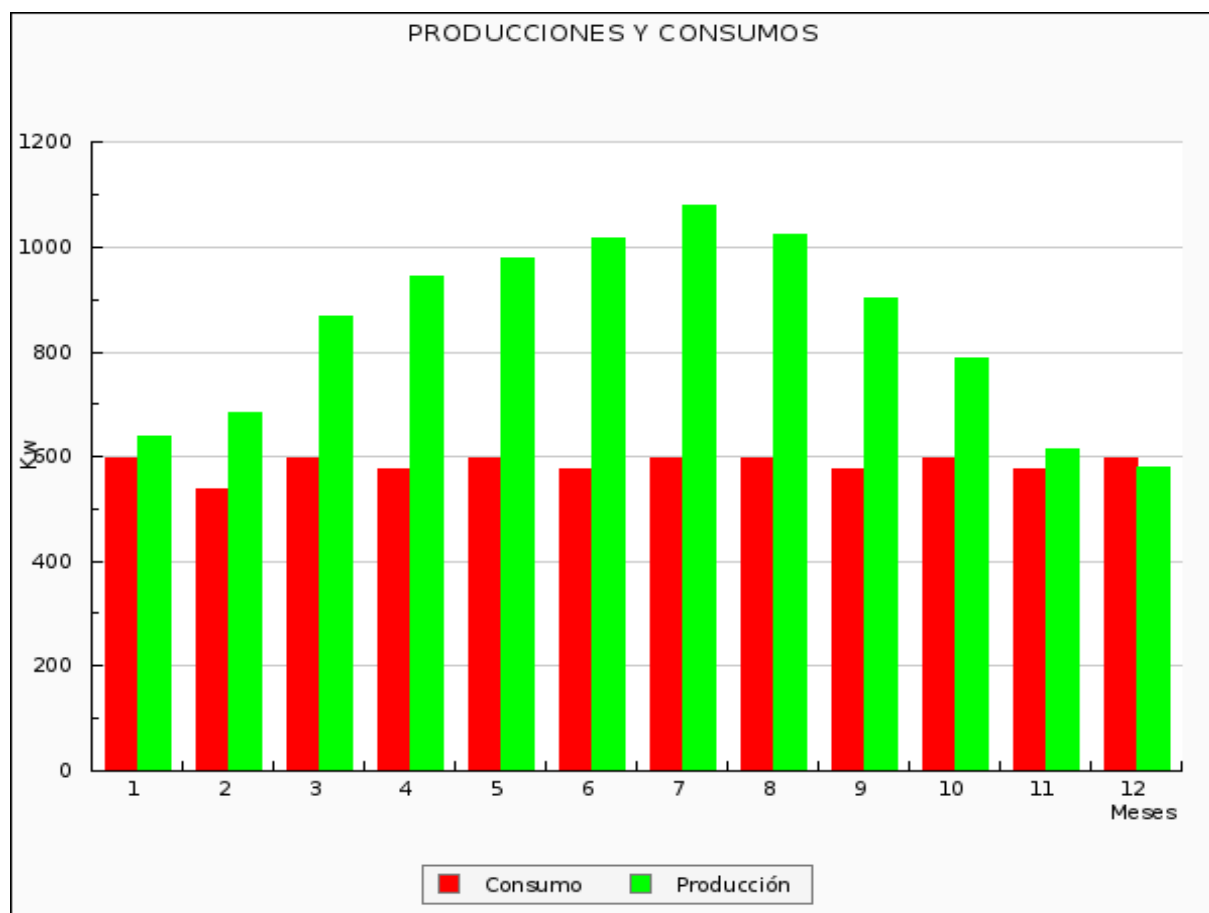
Con los elementos de consumos seleccionados y los componentes de las instalación calculados, obtenemos la siguiente comparativa de consumos y producción estimados a lo largo del año

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	595	538	595	576	595	576	595	595	576	595	576	595
Producción	637	683	867	945	980	1019	1081	1023	902	787	613	578

Consumo total al año: 7007 Kw

Producción total al año: 10115 Kw

Total kg/año CO2 evitados: 5482



Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN

La instalación esta situada : Pje. Diego de Siloé, 18001 Granada, España

En las coordenadas :37.17681, -3.59844

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :37 °
- Desorientación respecto al Sur :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 230 V

El sistema dispone de generador auxiliar

CONSUMOS.

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo electrodomesticos (día)				
Aparato		Horas	Energía	Total
Televisor		3	70 W	210 Wh
Frigorifico		8	195 W	1560 Wh
Microondas		0.8	800 W	640 Wh
TOTAL				2410 Wh/d

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11 W	110 Wh
Lámpara incandescente	2	5	60 W	600 Wh
Tubo fluorescente	2	5	30 W	300 Wh
TOTAL				1010 Wh/d

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 3420 WH/DIA

Para el cálculo del rendimiento (Performance Ratio) se han utilizado los siguientes parámetros:

Coeficiente pérdidas en batería	5 %
Coeficiente autodescarga batería	0.5 %
Profundidad de descarga batería	60 %
Coeficiente pérdidas conversión DC/AC	5 %
Coeficiente pérdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	3 d
Rendimiento General	82.88 %

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 22455.36

Se trata de una (vivienda de Uso habitual con los siguientes consumos distribuidos por meses a lo largo del año.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455	22455

HORAS SOL PICO

Para el cálculo de las horas sol pico, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

δ : declinación (grados)
 δ_n : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Se ha elegido un día de cada mes, que viene a coincidir con un día a mediados de mes.

Para el cálculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$ en el solsticio de invierno
 - $(90^\circ - \varphi + \delta)$ en el solsticio de verano
- siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para determinar la inclinación óptima se han utilizado las siguientes premisas:

- $\beta = \varphi - \delta$ en el solsticio de verano
 - $\beta = \varphi + \delta$ en el solsticio de invierno
- pasando por el valor $\beta = \varphi$ en los equinoccios
 siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para la estimación del parámetro rad_glo_op , se ha usado la siguiente fórmula:

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

$G_a(\beta_{opt})$: valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima ($kW \cdot h/m^2$)
 $G_a(0^\circ)$: media anual de la irradiación global horizontal ($kW \cdot h/m^2$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)

Para la obtención del factor de irradiancia (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

FI: Factor de radiación (sin unidades)
 β : Inclinación real de la superficie ($^\circ$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)
 α : acimut de la superficie ($^\circ$)

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ($G_a(\beta_{opt})$) por el factor de irradiación (FI).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	31.55°	39.2°	50.81°	62.61°	72.09°	76.21°	74.01°	65.95°	54.64°	42.49°	33.22°	29.42°
Inclinación optima	58.45°	50.8°	39.19°	27.39°	17.91°	13.79°	15.99°	24.05°	35.36°	47.51°	56.78°	60.58°
rad_glo_hor	2.5	3.38	4.57	5.45	6.32	7.33	7.61	6.55	5.07	3.52	2.54	2.1
rad_glo_op	4.41	5.04	5.71	6.07	6.63	7.55	7.91	7.12	6.07	4.96	4.3	3.92
FI	0.94	0.98	1	0.99	0.96	0.94	0.95	0.98	1	0.99	0.95	0.93
HSP/día	4.14	4.94	5.71	6.01	6.36	7.09	7.51	6.97	6.07	4.91	4.08	3.64
HSP/mes	128.34	138.32	177.01	180.3	197.16	212.7	232.81	216.07	182.1	152.21	122.4	112.84
Temp día max	11.21°	13.33°	16.88°	19.28°	23.25°	28.66°	31.98°	31.43°	26.61°	21°	15.52°	12.21°
Consu/HSP día	5424	4545.62	3932.64	3736.33	3530.72	3167.19	2990.06	3221.72	3699.4	4573.39	5503.76	6169.05

CALCULOS DE MODULOS

Para el calculo del campo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

- * El mes más desfavorable según consumos: Diciembre
- * Inclinación optima anual: 29.35°
- * Inclinación optima anual por consumos: 37.32°
- * Inclinación elegida: 37°
- * Azimut módulos : 0°
- * Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 12.98°
- * Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 3.64 HSP
- * Energía Real Diaria desde módulos: 22455.36 Wh/d
- * Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- * Potencia pico módulos calculada: 6885 Wp

La elección del módulo, tiene en cuenta los distintos parametros electricos, que determinan el rendimiento, las unidades necesarias y su acoplamiento con el regulador y bateria. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coeficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	235.409 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	6900 Wp	Nº de series paralelo:	15
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	1	Total modulos :	30
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			100 %

CALCULOS REGULADORES

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parametros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización. Ver a continuación:

- * Tensión sistema: 48 V
- * Tensión modulos Circuito abierto: 37 V
- * Tensión modulos maxima potencia : 29.8 V
- * Corriente de cortocircuito modulo: 8.22 A
- * Corriente a potencia máxima modulo: 7.73 A
- * Nº de módulos serie instalar: 2
- * Nº de módulos paralelo instalar: 15
- * Total modulos instalar: 30
- * Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 8.22 A
- * Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.73 A
- * Intensidad total sistema (abierto) : 123 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

LEONICS SCP-48240 PWM			
Tensión:	48 V	Voltaje máximo:	48 V
Potencia nominal:	13200 Wp	Consumo propio:	12 mA
Capacidad de carga:	240 A	Ratio aprovechamiento :	0.9
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		195 % Nº Reguladores :	1

CALCULOS BATERIAS

Para el calculo de la bateria, se ha tenido en cuenta, la energía necesaria, la tensión del sistema, así como la profundidad de descarga y la autonomía de dicho sistema en días.

- * Tensión nominal de baterías: 48 V
- * Profundidad de descarga de baterías: 60 %
- * Autonomía del sistema: 3 días
- * Energía Real Diaria: 22455 Wh/día
- * Capacidad útil baterías calculada: 1403 Ah
- * Capacidad real baterías calculada: 2339 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con 24 vasos en serie de 1 series en paralelo de 2608 Ah en C100 , por serie, dando un total de 2608 Ah en C100 y 48 V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de 3 días, con los consumos teóricos.

ECOSAFE TZS-13 TUBULAR-PLATE

Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:

C 10:	1895 Ah	C 20:	2140 Ah	C 40:	2530 Ah	C 100:	2608 Ah	C 120:	2640 Ah
Tensión:				2 V	Nº de elementos serie :				24
Capacidad nominal acumulador :				2608 Ah	Nº de series paralelo :				1
Tensión nominal acumulador :				48 V	Total elementos :				24
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de									112 %

INVERSOR-CARGADOR

Para el dimensionado del inversor-cargador se han utilizado los siguientes datos:

- * Tensión sistema DC: 48 V
- * Tensión salida AC: 230 V
- * Potencia máxima: 2197 W
- * Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- * Potencia mínima necesaria: 1538 W
- * Factor de seguridad: 0.8
- * Potencia de calculo : 1922 W

La elección del inversor-cargador ha sido la siguiente:

VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

Tensión:	48 V	Potencia nominal:	3000 W
Potencia continua:	2500 W	Potencia instantanea:	6000 W
Consumo en vacio :	16 W	Eficiencia :	95 %
Ratio aprovechamiento :	77 %	Nº inversores :	1
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			130 %

RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
30	Modulo tipo -LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino
1	Regulador tipo - LEONICS SCP-48240 PWM
24	Bateria tipo - ECOSAFE TZS-13 TUBULAR-PLATE
1	Inversor tipo -VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

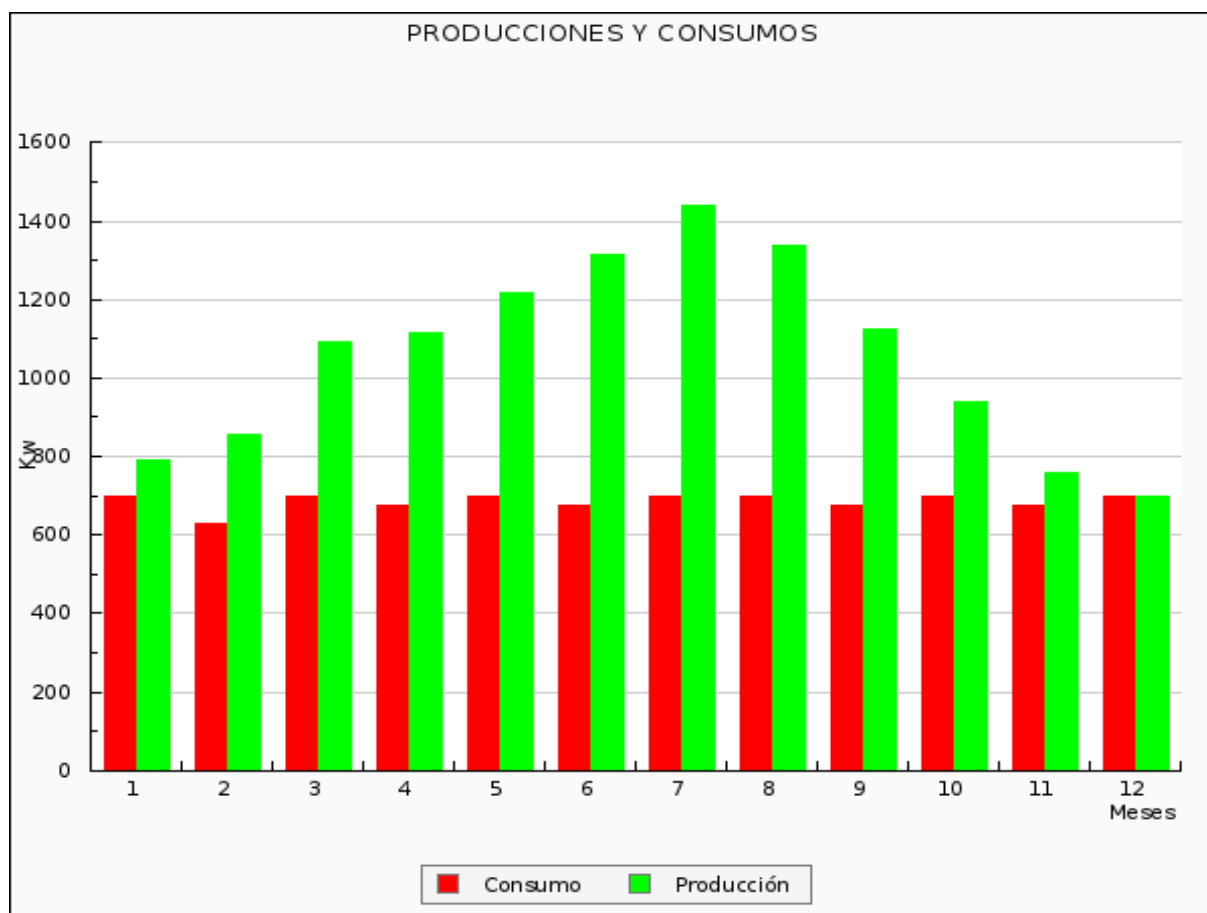
Con los elementos de consumos seleccionados y los componentes de las instalación calculados, obtenemos la siguiente comparativa de consumos y producción estimados a lo largo del año

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	696	629	696	674	696	674	696	696	674	696	674	696
Producción	793	855	1094	1115	1219	1315	1439	1336	1126	941	757	698

Consumo total al año: 8197 Kw

Producción total al año: 12688 Kw

Total kg/año CO2 evitados: 6877



Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN

La instalación esta situada : Calle Carnicerías, 11, 02001 Albacete, España

En las coordenadas :38.993831, -1.856993

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :39 °
- Desorientación respecto al Sur :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 230 V

El sistema dispone de generador auxiliar

CONSUMOS.

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo electrodomesticos (día)			
Aparato	Horas	Energía	Total
Televisor	3	70 W	210 Wh
Frigorifico	8	195 W	1560 Wh
Microondas	0.8	800 W	640 Wh
TOTAL			2410 Wh/d

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11 W	110 Wh
Lámpara incandescente	2	5	60 W	600 Wh
Tubo fluorescente	2	5	30 W	300 Wh
TOTAL				1010 Wh/d

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 3420 WH/DIA

Para el cálculo del rendimiento (Performance Ratio) se han utilizado los siguientes parámetros:

Coefficiente pérdidas en batería	5 %
Coefficiente autodescarga batería	0.5 %
Profundidad de descarga batería	60 %
Coefficiente pérdidas conversión DC/AC	5 %
Coefficiente pérdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	3 d
Rendimiento General	82.88 %

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 24712.84

Se trata de una (vivienda de Uso habitual con los siguientes consumos distribuidos por meses a lo largo del año.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713	24713

HORAS SOL PICO

Para el cálculo de las horas sol pico, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

δ : declinación (grados)
 δ_n : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Se ha elegido un día de cada mes, que viene a coincidir con un día a mediados de mes.

Para el cálculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$ en el solsticio de invierno
 - $(90^\circ - \varphi + \delta)$ en el solsticio de verano
- siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para determinar la inclinación óptima se han utilizado las siguientes premisas:

- $\beta = \varphi - \delta$ en el solsticio de verano
 - $\beta = \varphi + \delta$ en el solsticio de invierno
- pasando por el valor $\beta = \varphi$ en los equinoccios
siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para la estimación del parámetro rad_glo_op , se ha usado la siguiente fórmula:

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

$G_a(\beta_{opt})$: valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima ($kW \cdot h/m^2$)
 $G_a(0^\circ)$: media anual de la irradiación global horizontal ($kW \cdot h/m^2$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)

Para la obtención del factor de irradiancia (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

FI: Factor de radiación (sin unidades)
 β : Inclinación real de la superficie ($^\circ$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)
 α : acimut de la superficie ($^\circ$)

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ($G_a(\beta_{opt})$) por el factor de irradiación (FI).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	29.74°	37.39°	48.99°	60.79°	70.27°	74.39°	72.19°	64.13°	52.82°	40.68°	31.4°	27.61°
Inclinación optima	60.26°	52.61°	41.01°	29.21°	19.73°	15.61°	17.81°	25.87°	37.18°	49.32°	58.6°	62.39°
rad_glo_hor	2.18	3.1	4.32	5.31	5.97	6.95	7.1	6.04	4.85	3.25	2.27	1.85
rad_glo_op	4.03	4.79	5.53	6	6.32	7.21	7.44	6.65	5.92	4.72	4.02	3.64
FI	0.95	0.98	1	0.99	0.96	0.93	0.95	0.98	1	0.99	0.95	0.93
HSP/día	3.83	4.69	5.53	5.94	6.07	6.7	7.07	6.51	5.92	4.67	3.81	3.38
HSP/mes	118.73	131.32	171.43	178.2	188.17	201	219.17	201.81	177.6	144.77	114.3	104.78
Temp día max	9.11°	11.02°	14.68°	17.15°	21.56°	26.63°	29.8°	29.25°	24.4°	19.05°	13.16°	10.02°
Consu/HSP día	6452.44	5269.26	4468.87	4160.41	4071.31	3688.48	3495.45	3796.14	4174.47	5291.83	6486.31	7311.49

CALCULOS DE MODULOS

Para el calculo del campo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

- * El mes más desfavorable según consumos: Diciembre
- * Inclinación optima anual: 30.61°
- * Inclinación optima anual por consumos: 39.13°
- * Inclinación elegida: 39°
- * Azimut módulos : 0°
- * Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 10.76°
- * Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 3.38 HSP
- * Energía Real Diaria desde módulos: 24712.84 Wh/d
- * Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- * Potencia pico módulos calculada: 8160 Wp

La elección del módulo, tiene en cuenta los distintos parametros electricos, que determinan el rendimiento, las unidades necesarias y su acoplamiento con el regulador y bateria. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coeficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	236.408 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	7820 Wp	Nº de series paralelo:	17
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	0.96	Total modulos :	34
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			96 %

CALCULOS REGULADORES

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parametros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización. Ver a continuación:

- * Tensión sistema: 48 V
- * Tensión modulos Circuito abierto: 37 V
- * Tensión modulos maxima potencia : 29.8 V
- * Corriente de cortocircuito modulo: 8.22 A
- * Corriente a potencia máxima modulo: 7.73 A
- * Nº de módulos serie instalar: 2
- * Nº de módulos paralelo instalar: 17
- * Total modulos instalar: 34
- * Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 8.22 A
- * Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.73 A
- * Intensidad total sistema (abierto) : 140 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

LEONICS SCP-48240 PWM			
Tensión:	48 V	Voltaje máximo:	48 V
Potencia nominal:	13200 Wp	Consumo propio:	12 mA
Capacidad de carga:	240 A	Ratio aprovechamiento :	0.9
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		171 % Nº Reguladores :	1

CALCULOS BATERIAS

Para el calculo de la bateria, se ha tenido en cuenta, la energía necesaria, la tensión del sistema, así como la profundidad de descarga y la autonomía de dicho sistema en días.

- * Tensión nominal de baterías: 48 V
- * Profundidad de descarga de baterías: 60 %
- * Autonomía del sistema: 3 días
- * Energía Real Diaria: 24713 Wh/día
- * Capacidad útil baterías calculada: 1545 Ah
- * Capacidad real baterías calculada: 2574 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con 24 vasos en serie de 1 series en paralelo de 2608 Ah en C100 , por serie, dando un total de 2608 Ah en C100 y 48 V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de 3 días, con los consumos teóricos.

ECOSAFE TZS-13 TUBULAR-PLATE

Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:

C 10:	1895 Ah	C 20:	2140 Ah	C 40:	2530 Ah	C 100:	2608 Ah	C 120:	2640 Ah
Tensión:				2 V	Nº de elementos serie :				24
Capacidad nominal acumulador :				2608 Ah	Nº de series paralelo :				1
Tensión nominal acumulador :				48 V	Total elementos :				24
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de									101 %

INVERSOR-CARGADOR

Para el dimensionado del inversor-cargador se han utilizado los siguientes datos:

- * Tensión sistema DC: 48 V
- * Tensión salida AC: 230 V
- * Potencia máxima: 2197 W
- * Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- * Potencia mínima necesaria: 1538 W
- * Factor de seguridad: 0.8
- * Potencia de calculo : 1922 W

La elección del inversor-cargador ha sido la siguiente:

VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

Tensión:	48 V	Potencia nominal:	3000 W
Potencia continua:	2500 W	Potencia instantanea:	6000 W
Consumo en vacio :	16 W	Eficiencia :	95 %
Ratio aprovechamiento :	77 %	Nº inversores :	1
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			130 %

RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
34	Modulo tipo -LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino
1	Regulador tipo - LEONICS SCP-48240 PWM
24	Bateria tipo - ECOSAFE TZS-13 TUBULAR-PLATE
1	Inversor tipo -VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

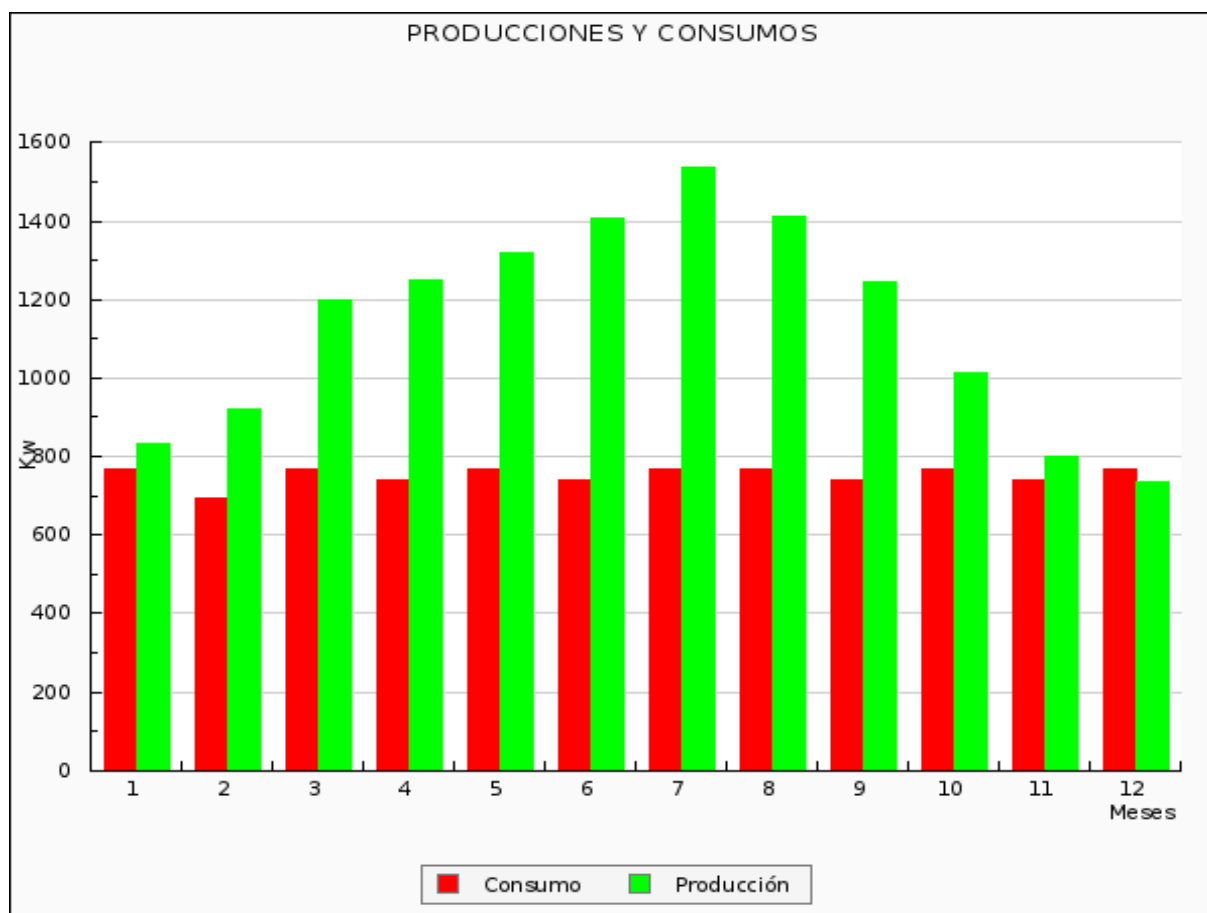
Con los elementos de consumos seleccionados y los componentes de las instalación calculados, obtenemos la siguiente comparativa de consumos y producción estimados a lo largo del año

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	766	692	766	741	766	741	766	766	741	766	741	766
Producción	832	920	1201	1249	1318	1408	1536	1414	1244	1014	801	734

Consumo total al año: 9018 Kw

Producción total al año: 13671 Kw

Total kg/año CO2 evitados: 7410



ANEXO 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DB-HE0 Y DB-HE1

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Alicante/Alacant	Código Postal	Código Postal
Provincia	Alicante/Alacant	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

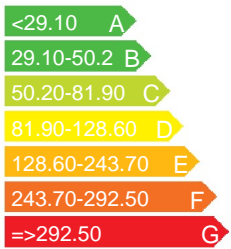
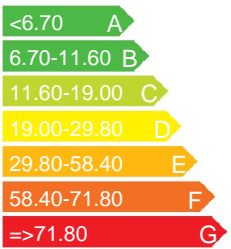
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	-49,24 A		-8,25 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 19/06/2018

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio		Plano de situación	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,62	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,62	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	154,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	154,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	154,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		6,70			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	257,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	257,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,10			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	204,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	157,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	157,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES**Térmica**

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	24,71
TOTALES	0,00	0,00	0,00	24,71

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	5700,00
TOTALES	5700

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><6.70 A</div><div>6.70-11.60 B</div><div>11.60-19.00 C</div><div>19.00-29.80 D</div><div>29.80-58.40 E</div><div>58.40-71.80 F</div><div>=>71.80 G</div></div>	<div>-8,25 A</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	E
		0,76		6,34	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A
2,09	-				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	8,75	946,17
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	0,44	47,64

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><29.10 A</div><div>29.10-50.2 B</div><div>50.20-81.90 C</div><div>81.90-128.60 D</div><div>128.60-243.70 E</div><div>243.70-292.50 F</div><div>=>292.50 G</div></div> <div><div>-49,24 A</div></div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	G
		3,97		37,43	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
12,31	-				
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><9.70 A</div><div>9.70-18.40 B</div><div>18.40-31.10 C</div><div>31.10-49.90 D</div><div>49.90-83.60 E</div><div>83.60-102.80 F</div><div>=>102.80 G</div></div>	<div>4,17 A</div>	<div><div><13.90 A</div><div>13.90-20.0 B</div><div>20.00-28.40 C</div><div>28.40-41.40 D</div><div>41.40-50.90 E</div><div>50.90-62.60 F</div><div>=>62.60 G</div></div>	<div>16,21 B</div>
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<29.10 A		<6.70 A	
29.10-50.2 B		6.70-11.60 B	
50.20-81.90 C		11.60-19.00 C	
81.90-128.60 D		19.00-29.80 D	
128.60-243.70 E		29.80-58.40 E	
243.70-292.50 F		58.40-71.80 F	
=>292.50 G		=>71.80 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)	
<9.70 A		<13.90 A	
9.70-18.40 B		13.90-20.0 B	
18.40-31.10 C		20.00-28.40 C	
31.10-49.90 D		28.40-41.40 D	
49.90-83.60 E		41.40-50.90 E	
83.60-102.80 F		50.90-62.60 F	
=>102.80 G		=>62.60 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	05/06/18
---	----------

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Alicante/Alacant	Código Postal	Código Postal
Provincia	Alicante/Alacant	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción

☐ Edificio Existente

☒ Vivienda

☒ Unifamiliar

☐ Bloque

☐ Bloque completo

☐ Vivienda individual

☐ Terciario

☐ Edificio completo

☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	4,17	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	15,00	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	16,21	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	20,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	-49,24	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	54,24	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	--------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal} Demanda energética de calefacción del edificio objeto

D_{ref} Demanda energética de refrigeración del edificio objeto

$D_{cal,lim}$ Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1

$D_{ref,lim}$ Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1

C_{ep} Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto

$C_{ep,lim}$ Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 19/06/2018

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organismo Territorial Competente:

Fecha 19/06/2018

Ref. Catastral ninguno

Página 1 de 3

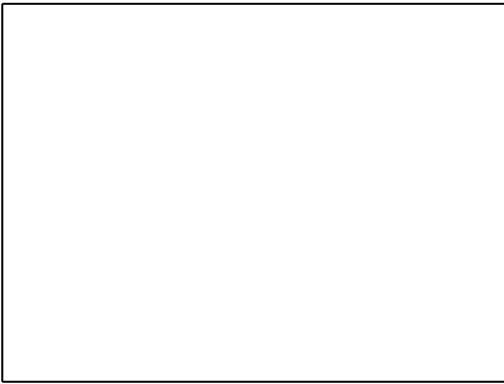
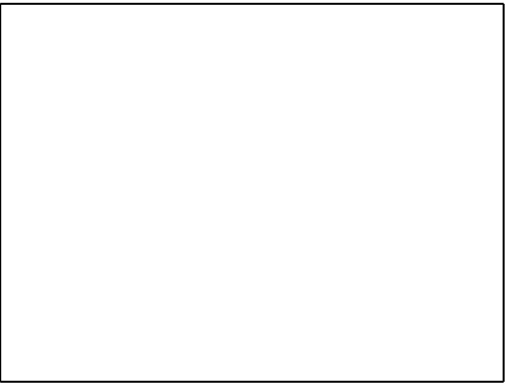
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,62	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,62	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	154,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	154,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	154,00	GasNatural	PorDefecto
------------------------	---	---	--------	------------	------------

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	257,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	257,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	157,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	157,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Granada	Código Postal	Código Postal
Provincia	Granada	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
<div><36.40 A</div> <div>36.40-62.9 B</div> <div>62.90-102.70 C</div> <div>102.70-161.20 D</div> <div>161.20-291.30 E</div> <div>291.30-367.00 F</div> <div>=>367.00 G</div>	-58,22 A	<div><8.30 A</div> <div>8.30-14.30 B</div> <div>14.30-23.40 C</div> <div>23.40-36.70 D</div> <div>36.70-67.40 E</div> <div>67.40-86.90 F</div> <div>=>86.90 G</div>	-9,60 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 20/06/2018

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio		Plano de situación	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,80	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,80	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	168,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	168,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	168,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		6,70			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	248,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	248,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,10			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	204,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	156,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	156,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES**Térmica**

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	20,59
TOTALES	0,00	0,00	0,00	20,59

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	6700,00
TOTALES	6700

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div><8.30 A</div><div>8.30-14.30 B</div><div>14.30-23.40 C</div><div>23.40-36.70 D</div><div>36.70-67.40 E</div><div>67.40-86.90 F</div><div>=>86.90 G</div></div>	<div><div>-9,60 A</div></div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	F	
		2,46		7,03		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹	Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	-
			1,41		-	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	9,60	1038,73
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	1,29	140,03

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><36.40 A</div><div>36.40-62.9 B</div><div>62.90-102.7 C</div><div>102.70-161.2 D</div><div>161.20-291.30 E</div><div>291.30-367.00 F</div><div>=>367.00 G</div></div> <div><div>-58,22 A</div></div>	<div>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		<div>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</div>	A	<div>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</div>	G
		12,99		41,50	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<div>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</div>	A	<div>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</div>	-
8,30	-				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><19.70 A</div><div>19.70-32.0 B</div><div>32.00-49.50 C</div><div>49.50-76.20 D</div><div>76.20-125.70 E</div><div>125.70-147.00 F</div><div>=>147.00 G</div></div>	<div>14,53 A</div>	<div><div><10.00 A</div><div>10.00-14.3 B</div><div>14.30-20.40 C</div><div>20.40-29.70 D</div><div>29.70-36.70 E</div><div>36.70-45.10 F</div><div>=>45.10 G</div></div>	<div>10,53 B</div>
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<36.40 A		<8.30 A	
36.40-62.9 B		8.30-14.30 B	
62.90-102.70 C		14.30-23.40 C	
102.70-161.20 D		23.40-36.70 D	
161.20-291.30 E		36.70-67.40 E	
291.30-367.00 F		67.40-86.90 F	
=>367.00 G		=>86.90 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)	
<19.70 A		<10.00 A	
19.70-32.0 B		10.00-14.3 B	
32.00-49.50 C		14.30-20.40 C	
49.50-76.20 D		20.40-29.70 D	
76.20-125.70 E		29.70-36.70 E	
125.70-147.00 F		36.70-45.10 F	
=>147.00 G		=>45.10 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	05/06/18
---	----------

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Granada	Código Postal	Código Postal
Provincia	Granada	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	14,53	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	29,24	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	10,53	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	-58,22	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	63,86	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	--------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 20/06/2018

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

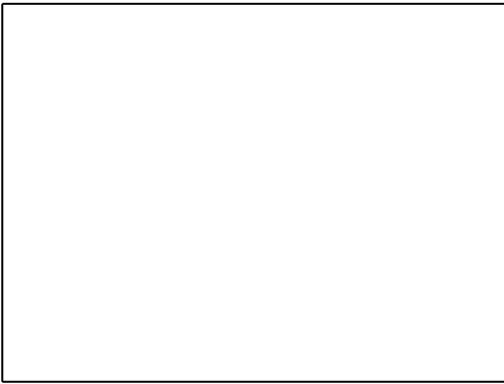
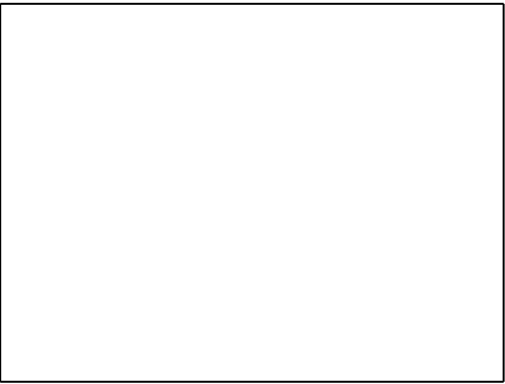
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,80	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,80	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	168,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	168,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	168,00	GasNatural	PorDefecto
------------------------	---	---	--------	------------	------------

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	248,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	248,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	156,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	156,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Albacete	Código Postal	Código Postal
Provincia	Albacete	Comunidad Autónoma	Castilla la Mancha
Zona climática	D3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

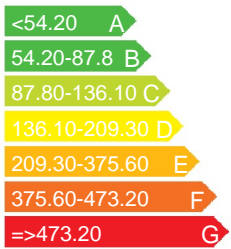
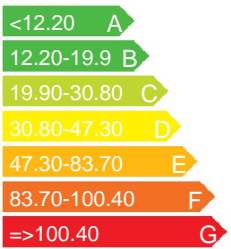
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	-64,55 A		-10,50 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 20/06/2018

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio		Plano de situación	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,80	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,80	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	174,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	174,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	174,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		6,70			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	246,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	246,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,10			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	204,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES**Térmica**

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	24,71
TOTALES	0,00	0,00	0,00	24,71

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	7400,00
TOTALES	7400

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><12.20 A</div><div>12.20-19.9 B</div><div>19.90-30.80 C</div><div>30.80-47.30 D</div><div>47.30-83.70 E</div><div>83.70-100.40 F</div><div>=>100.40 G</div></div>	<div><div>-10,50 A</div></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	E
		4,14		6,58	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A
1,42	-				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	9,98	1079,92
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	2,15	233,13

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><54.20 A</div><div>54.20-87.8 B</div><div>87.80-136.1 C</div><div>136.10-209.3 D</div><div>209.30-375.60 E</div><div>375.60-473.20 F</div><div>=>473.20 G</div></div>	<div><div>-64,55 A</div></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	G
		21,87		38,82	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
8,41	-				
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><28.90 A</div><div>28.90-46.8 B</div><div>46.80-72.60 C</div><div>72.60-111.60 D</div><div>111.60-178.30 E</div><div>178.30-208.60 F</div><div>=>208.60 G</div></div>	<div>25,23 A</div>	<div><div><10.00 A</div><div>10.00-14.3 B</div><div>14.30-20.40 C</div><div>20.40-29.70 D</div><div>29.70-36.70 E</div><div>36.70-45.10 F</div><div>=>45.10 G</div></div>	<div>10,58 B</div>
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<54.20 A		<12.20 A	
54.20-87.8 B		12.20-19.9 B	
87.80-136.10 C		19.90-30.80 C	
136.10-209.30 D		30.80-47.30 D	
209.30-375.60 E		47.30-83.70 E	
375.60-473.20 F		83.70-100.40 F	
=>473.20 G		=>100.40 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)	
<28.90 A		<10.00 A	
28.90-46.8 B		10.00-14.3 B	
46.80-72.60 C		14.30-20.40 C	
72.60-111.60 D		20.40-29.70 D	
111.60-178.30 E		29.70-36.70 E	
178.30-208.60 F		36.70-45.10 F	
=>208.60 G		=>45.10 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	05/06/18
---	----------

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar aislada COMPOPLAK		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Albacete	Código Postal	Código Postal
Provincia	Albacete	Comunidad Autónoma	Castilla la Mancha
Zona climática	D3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2017		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	25,23	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	45,49	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	10,58	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	-64,55	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	87,73	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	--------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 20/06/2018

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

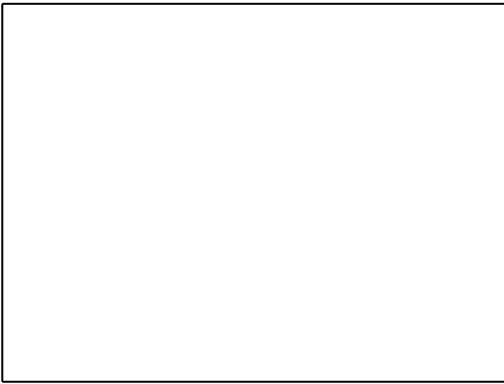
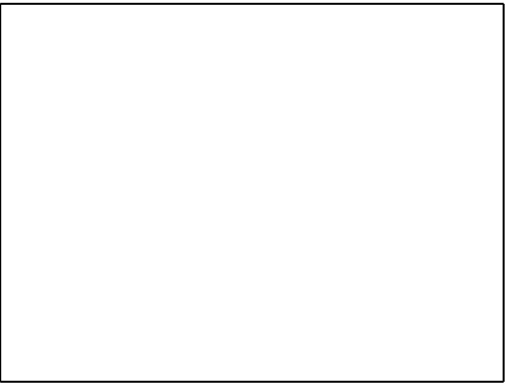
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	108,19
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Fachada_Compoplak_100	Fachada	48,54	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	39,01	0,21	Usuario
Fachada_Compoplak_100	Fachada	18,60	0,21	Usuario
Cubierta_Compoplak_200	Cubierta	108,19	0,15	Usuario
Suelo_Compoplak_200	Suelo	108,19	0,16	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	1,50	1,80	0,59	Usuario	Usuario
V_Metalica_RpT_DBE4-12-4	Hueco	13,34	1,80	0,59	Usuario	Usuario
P_Madera	Hueco	2,31	2,00	0,06	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	0,00	174,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	174,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Generadores de calefacción

Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	174,00	GasNatural	PorDefecto
------------------------	---	---	--------	------------	------------

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EBHQ006BV3_UE	Unidad exterior en expansión directa	5,10	246,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	246,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	2,00	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EBHQ006BV3_BC	Expansión directa bomba de calor aire-agua	6,70	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

ANEXO 7.

FACTORES DE EMISIONES DE CO₂ Y COEFICIENTES DE PASO

Factores de emisiones de CO₂ y coeficientes de paso de energía final a primaria
(Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2014)

Factores de emisiones de CO ₂			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO ₂ /kWh E. final	kg CO ₂ /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

(*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de Junio de 2013, actualizado al periodo considerado.

(**) Según cálculo del apartado 5 de este documento.

(***) Basado en el informe "Well to tank Report, versión 4.0" del Joint Research Institute.

(****) Valores utilizados, a fecha de redacción del informe, en CALENER, CE3 y CEX según Documento reconocido "Escala de calificación energética para edificios existentes"

Así mismo se ha analizado la variación del factor de emisión en función de la hora del día (ver Anexo VI), llegándose a la conclusión que dicha variación es poco significativa, por lo que se propone que no sea tenida en cuenta.

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

(*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de Junio de 2013, actualizado al periodo considerado.

(**) Según cálculo del apartado 5 de este documento.

(***)Basado en el informe "Well to tank Report, versión 4.0" del Joint Research Intitute.

(****) Valores utilizados, a fecha de redacción del informe, en CALENER, CE3 y CEX según Documento reconocido "Escala de calificación energética para edificios existentes"

ANEXO 8.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA COMPOPLAK







una **revolución** en el sector de la construcción

COMPOPLAK es una nueva patente mundial de VALERO, consistente en la creación de un sistema para cerramientos basado en los composites y la soldadura química. Dotando al producto de una ligereza y resistencia incomparables, y con una compatibilidad total con el resto de sistemas constructivos existentes en el mercado, por lo que su aplicación principal es tanto en reformas, ampliaciones y/o rehabilitaciones, como para nuevas construcciones.

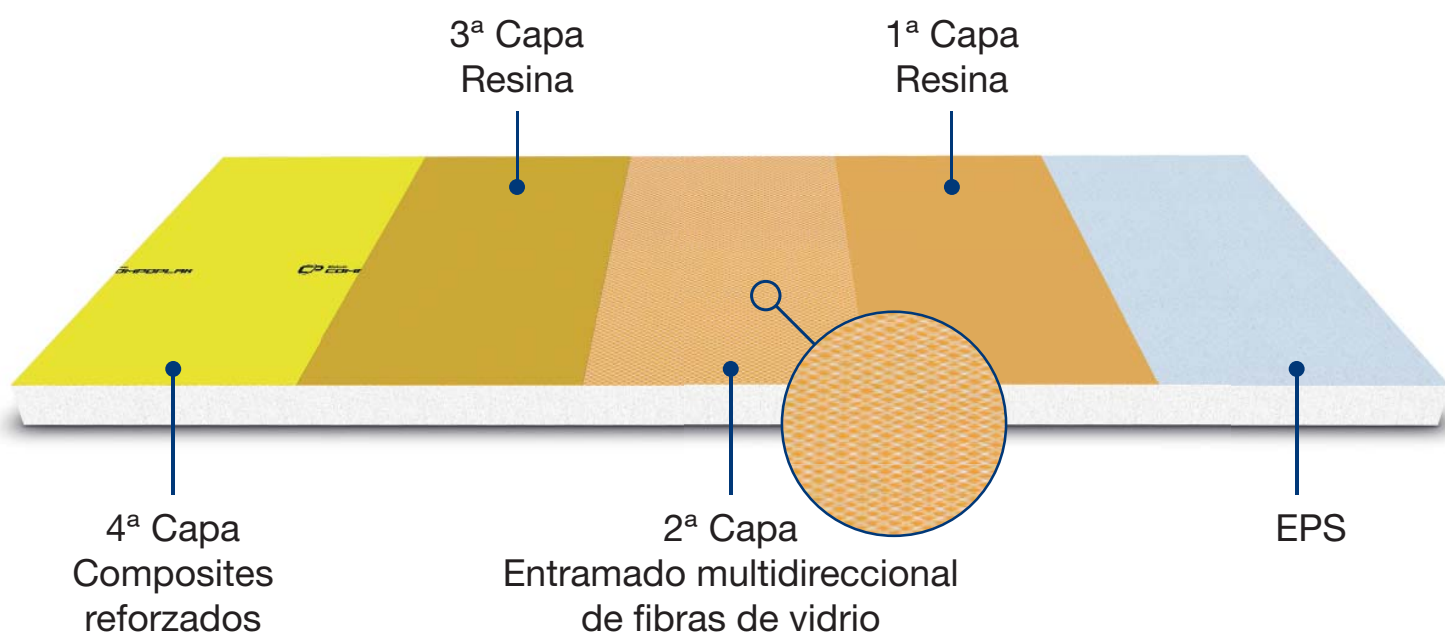
Se trata de un panel prefabricado, con núcleo de EPS y revestimiento a dos caras de fibra de vidrio y composites, dotado de unas sorprendentes propiedades mecánicas, aunando ligereza y resistencia.



Valero

COMPOPLAK

Panel con núcleo **EPS** de alta **resistencia a flexión** y **alta densidad**, laminado en ambas caras con **fibras de vidrio y composites**.



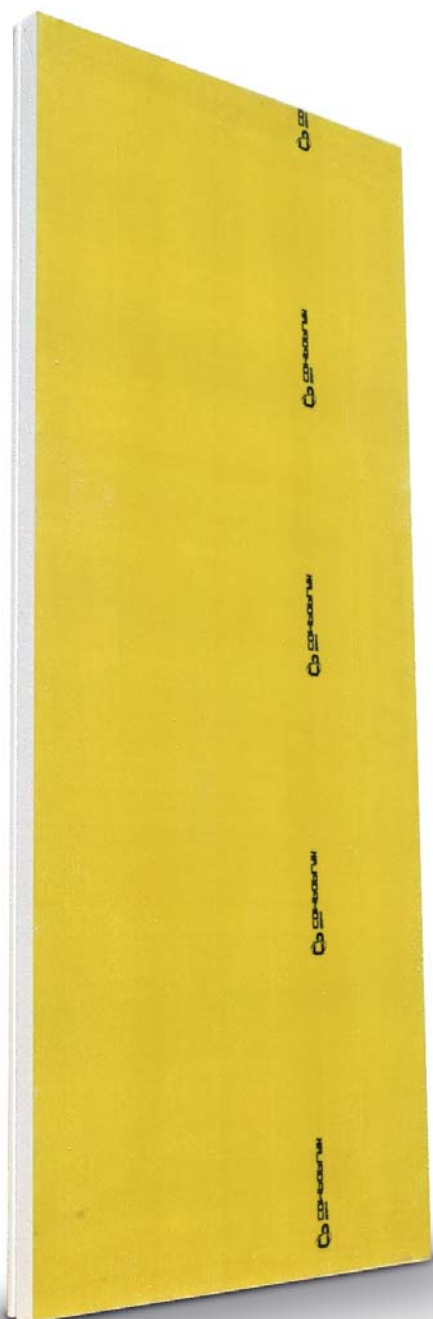
ligero, resistente y versátil

El resultado es un panel, con prestaciones mecánicas sorprendentes y jamás conseguidas hasta hoy.

eres... ¡!! INNOVADOR !!?

El panel se presenta en las dimensiones estándar que se muestran en la tabla resumen, aunque como fabricantes podemos estudiar otras medidas, incluso piezas especiales.

COMPOPLAK		
ESPESOR mm	ANCHO mm	LARGO mm
50	1200	3000
100	1200	3000



1950

CONSTRUCCIÓN LADRILLO



2015

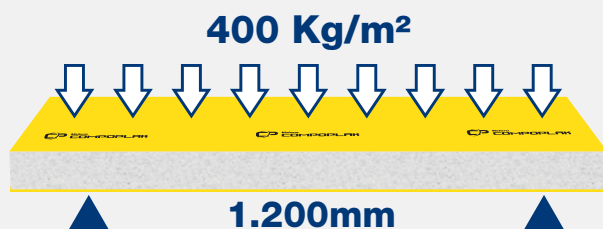
 **Valero**
COMPOPLAK COMPOSITES



CARACTERÍSTICAS

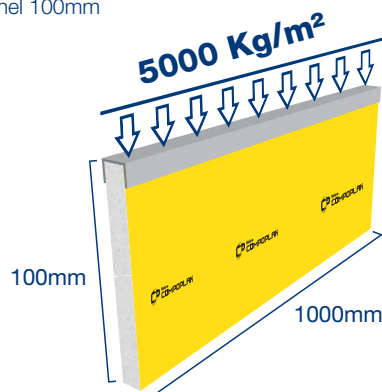
RESISTENCIA A FLEXIÓN

- Distancia entre apoyos:
1.200mm \Rightarrow Carga admisible 400 Kg/m²
*datos panel 100mm



RESISTENCIA A CARGA AXIAL/VERTICAL

- 0,499 N/mm² = 499 kPa
*datos panel 100mm



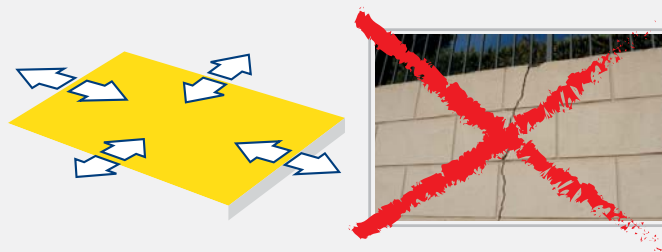
AISLANTE TÉRMICO

- Compoplak paneles de alta eficiencia energética.
 - Idóneo para arquitectura **bioclimática**.
 - Idóneo para proyectos **PASSIVE HOUSE**.
 - Posibilita el cumplimiento del CTE en materia de ahorro energético.
 - Cumple valores límite de transmitancia térmica del CTE en cualquier zona climática.
- ***Resistencia térmica:** Desde 1,40 hasta 5,70 m²K/W = Rt
***Conductividad térmica (λ):** 0,35 W/mK
*datos panel 100mm



ESTABILIDAD DIMENSIONAL

- Inalterable a los cambios radicales de temperaturas.
 - Idóneo para evitar fisuras en revestimientos.
- *Estabilidad dimensional 70 °C y 90% HR
*Largo 0% / Ancho 0%
*datos panel 100mm



AISLANTE ACÚSTICO

- Aporta +17dBA a cualquier solución constructiva.
- Reduce notablemente el ruido aéreo.



REACCIÓN AL FUEGO

- Autoextinguible
- Reacción al fuego: **E**

Ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO11925-2:2011, quedando clasificada según norma UNE-EN 13501-1:2007+AL:2010.



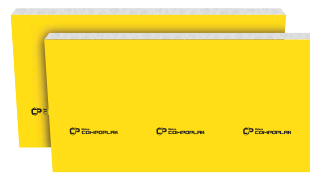
REVESTIMIENTOS

- Trasdosados
- Aplacados
- Fachadas ventiladas



LIGEREZA

- La ligereza de Compoplak unida a su alta resistencia mecánica no aporta sobrecarga a las estructuras.
- Idóneo para todo tipo de obras y rehabilitaciones.



6 Kg/m²

LADRILLO



70 Kg/m²

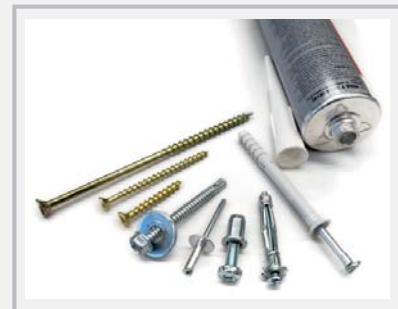
ANTISISMICO

- Compoplak posee una gran ductilidad previa a la rotura, que unido a su escaso peso propio le hace idóneo para su uso en zona sísmica.



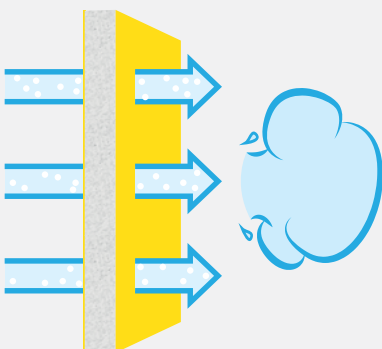
FIJACIONES MECÁNICAS

- Soluciones fáciles y de alta resistencia a tracción y carga.
- Remaches
- Tornillos expansivos
- Adhesivos



TRANSPIRABLE

- Permite la transpiración del sistema constructivo.



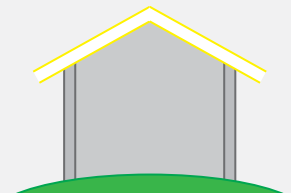
RESISTENCIA AL IMPACTO

- Alta resistencia al impacto por golpeo / alta protección.



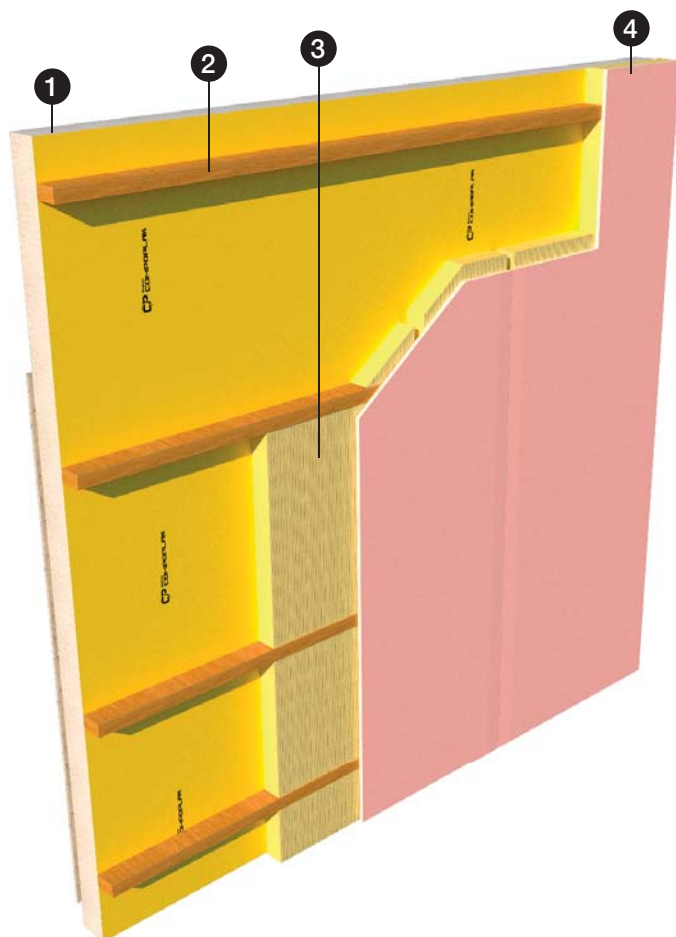
CUBIERTAS INCLINADAS

- Aplicable en cubiertas inclinadas no transitables.
- Posibilidad de fijación a cualquier tipo de estructura.
- Compatible con diferentes sistemas de cobertura.

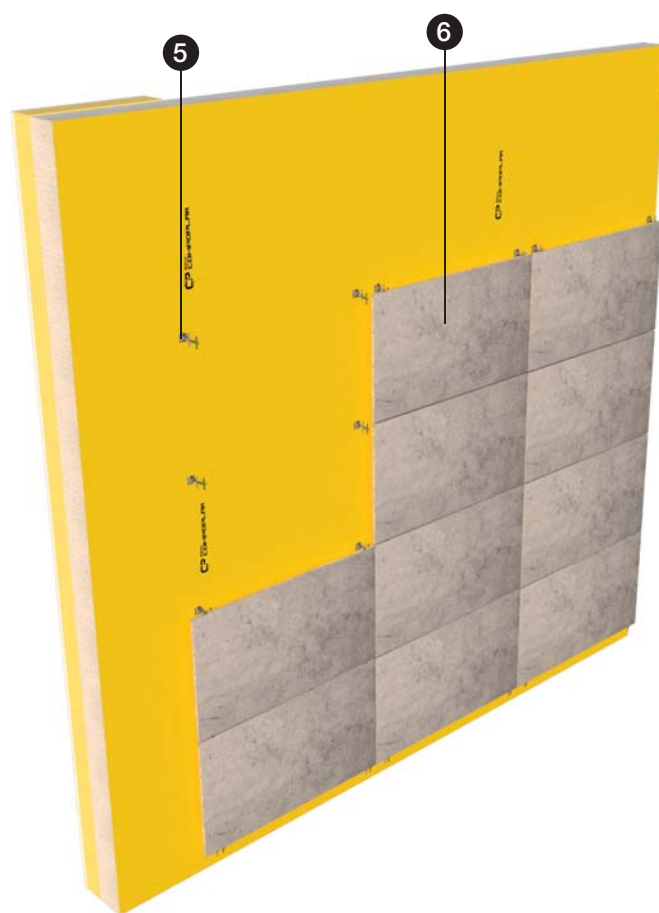


FACHADA COMPOPLAK CON APLACADO EXTERIOR Y TRASDOSADO INTERIOR DE PLACA DE YESO LAMINADO

TRASDOSADO INTERIOR



REVESTIMIENTO EXTERIOR

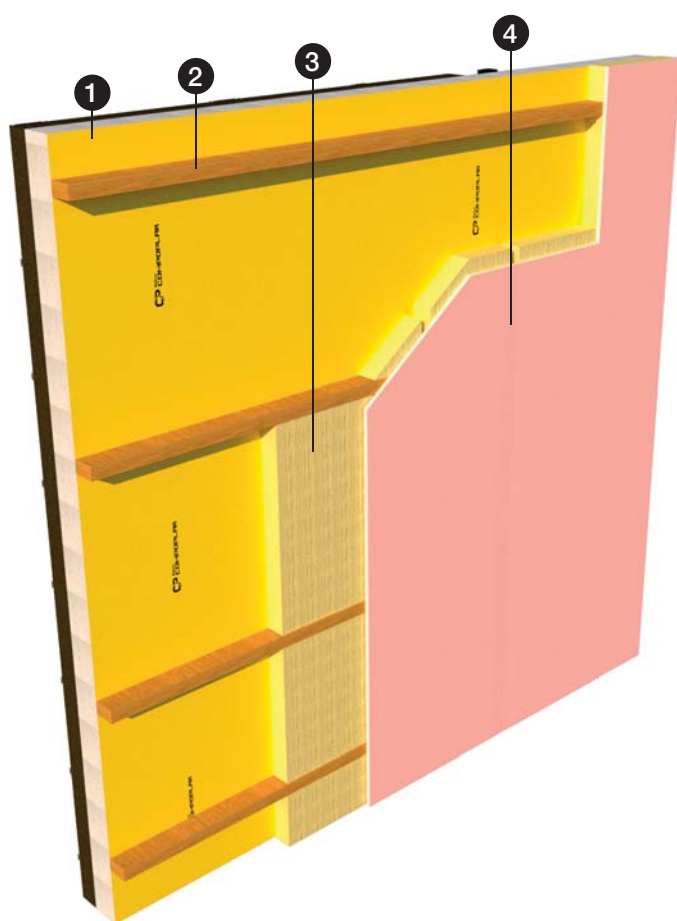


LEYENDA:

- 1. Panel Compoplak (e=100mm)
- 2. Rastrelado horizontal de madera (e=40mm)
- 3. Lana mineral (e=40mm)
- 4. Placa de yeso laminado (e=15mm)
- 5. Fijaciones mecánicas de aplacado
- 6. Aplacado cerámico (e=10mm)

FACHADA VENTILADA COMPOPLAK, APLACADO EXTERIOR CON CAMARA DE AIRE Y TRASDOSADO INTERIOR DE PLACA DE YESO LAMINADO

TRASDOSADO INTERIOR



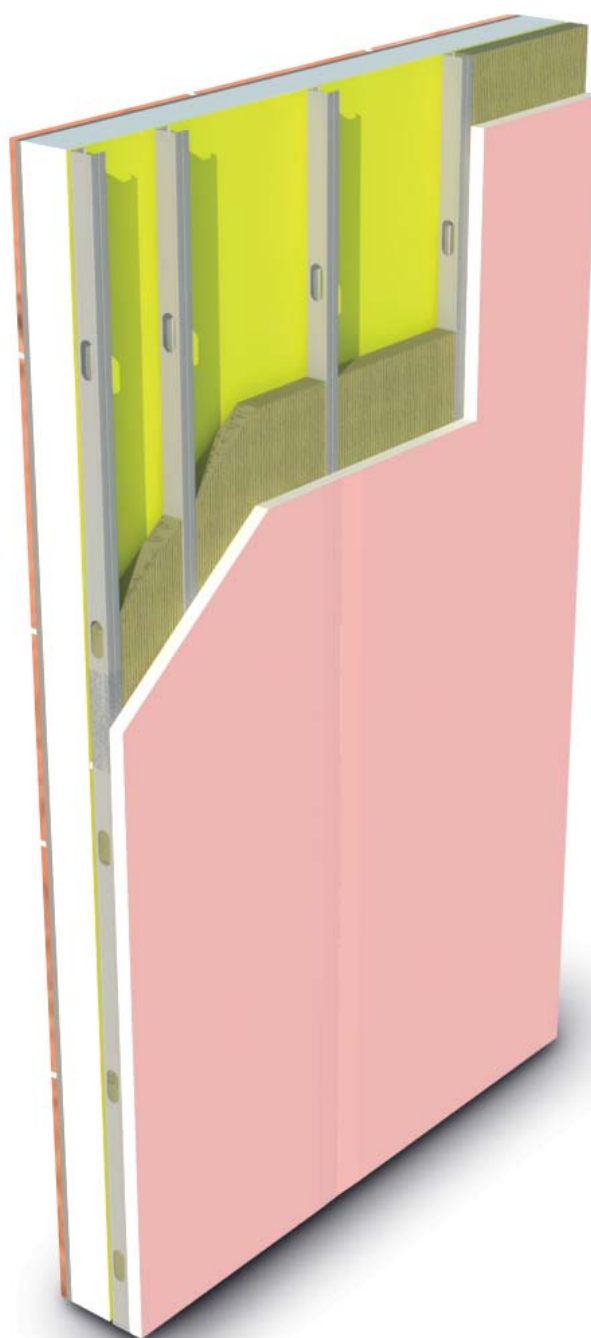
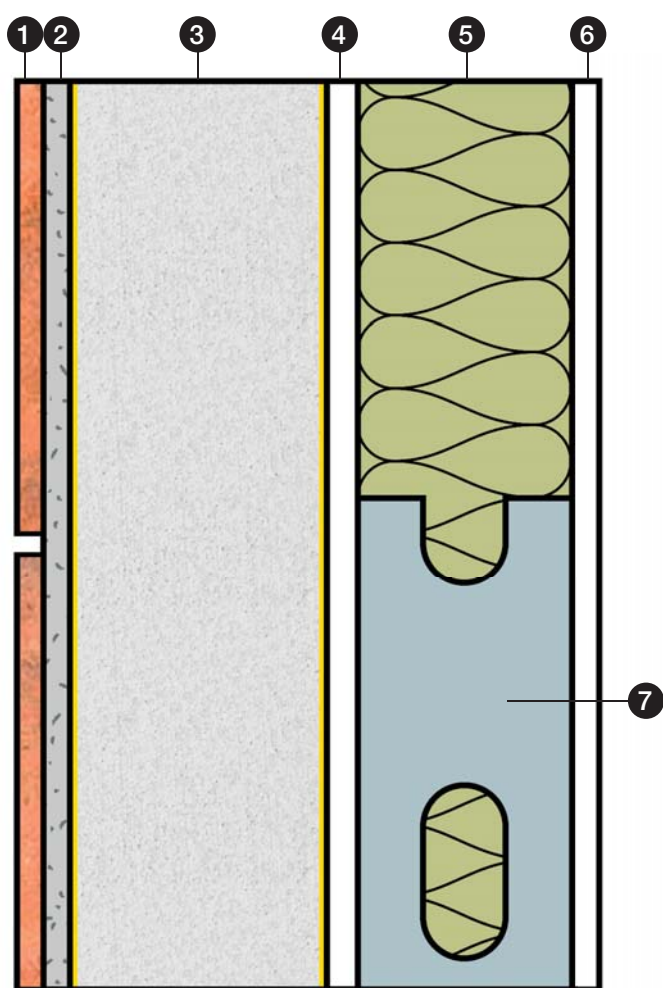
REVESTIMIENTO EXTERIOR



LEYENDA:

1. Compoplak (e=100 mm)
2. Rastrelado horizontal de madera (e=40mm)
3. Lana mineral (e=46 mm)
4. Placa de yeso laminado (e=15mm)
5. Entramado de perfilera metálica
6. Lana mineral (e=75mm)
7. Aplacado cerámico (e=8mm)

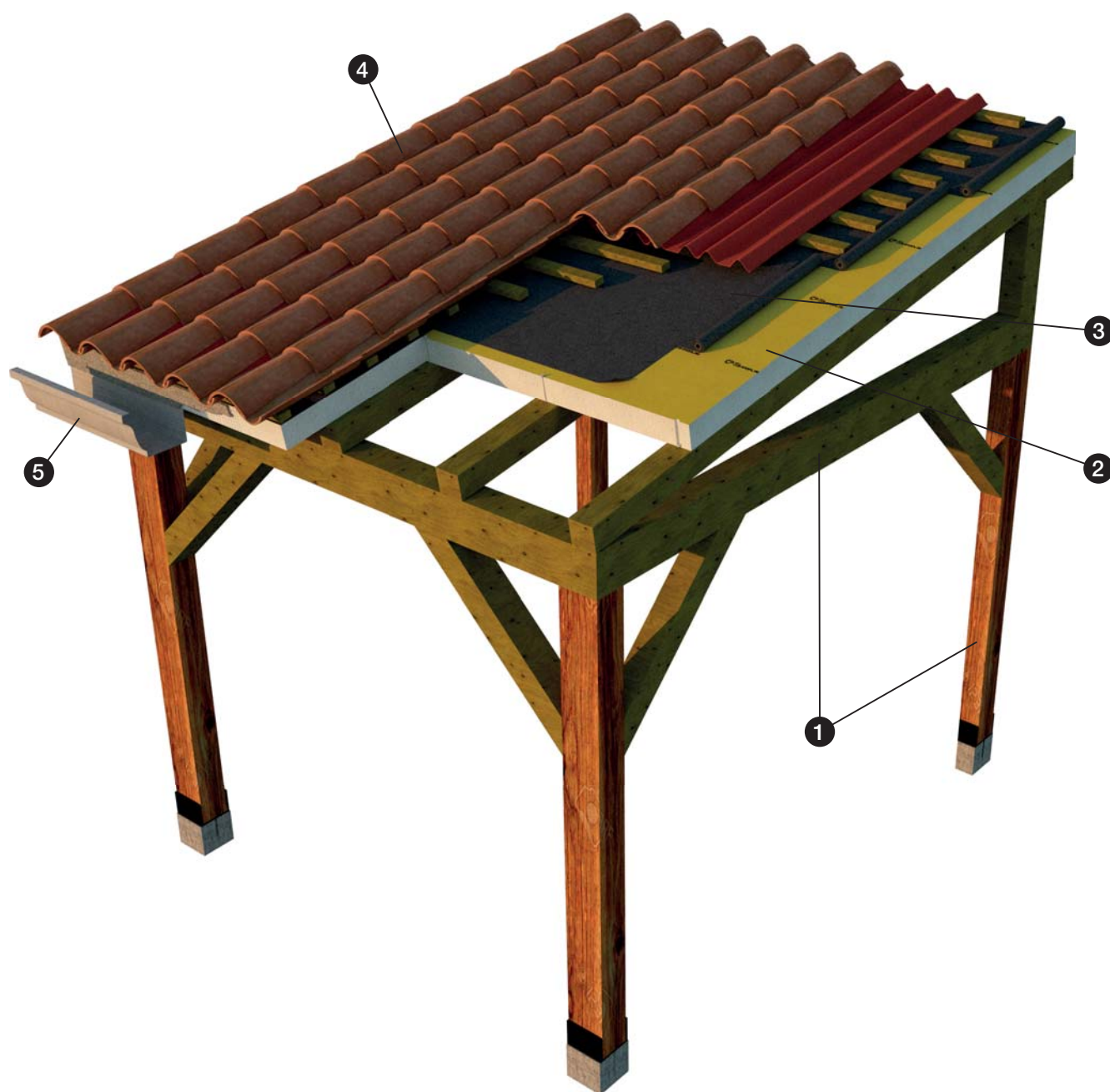
FACHADA COMPOPLAK CON REVESTIMIENTO EXTERIOR DISCONTINUO Y TRASDOSADO DE PLACA DE YESO LAMINADO



LEYENDA:

1. Aplacado (e=10 mm)
2. Mortero de agarre (e= ≤ 10 mm)
3. Compoplak (e=100 mm)
4. Camara de aire (e=10 mm)
5. Lana mineral (e=46 mm)
6. Placas de yeso laminado (e=15 mm)
7. Estructura autoportante (e=46 mm)

CUBIERTA INCLINADA NO TRANSITABLE COMPOPLAK CON COBERTURA DE TEJA CURVA SOBRE RASTRELES



LEYENDA:

1. Estructura soporte (madera, hormigón, metal, etc...)
2. Compoplak
3. Impermeabilización adherida al Compoplak
4. Cobertura de teja sobre chapa ondulada y rastreles de madera
5. Evacuación de agua por canalón.

aplicaciones
CERRAMIENTOS





aplicaciones
DIVISIONES INTERIORES





aplicaciones
REFORMAS





aplicaciones
CUBIERTAS





DESCRIPCIÓN. -

Panel ligero homogéneo en construcción seca, con núcleo de EPS y piel de fibra de vidrio y composites.

ÁREAS DE APLICACIÓN

Para aplicación en construcción, cerramientos, particiones, y cubiertas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Determinación de propiedades según guía EOTA ETAG 016:

Medida: 1200x3000mm - Espesores: 50 y 100 mm

Cuadro de cargas				
Carga (Kn/m ²)	1,00	2,00	3,00	4,00
Luz (m)	2,20	1,70	1,40	1,20
Deform. max (mm)	7,33	5,66	4,66	4,00
NOTA Deform. max L/300 - Panel COMPOPLAK espesor 100mm				

Tolerancias	
Longitud	± 0.5 % hasta un máximo de ± 30 mm
Anchura	± 0.5 %
Espesor	± 3 %
Rectangularidad	< 10 mm /mL

Valores característicos		
Resistencia a tracción	≥ 150 Kpa	
Reacción al fuego*	E	
Reacción al fuego del sistema constructivo**	B-s1,d0	
Resistencia a la compresión al 10% de deformación	≥ 100 Kpa	
Estabilidad dimensional en condiciones específicas (70°C - 90%HR)	L 0% / A 0% / E -0,2%	
Peso por m²	4 kg/m2 (50mm), 6 kg/m2 (100mm)	
Conductividad térmica λD W/m K	≤ 0.035	
Resistencia térmica (Rt) m² K/W	50mm	100mm
	1.45	2.85
Transmitancia Térmica (U) W/ m² K	0.70	0.35
Resistencia funcional y estructural al choque de cuerpo duro	Apto	
Resistencia funcional y estructural al choque de cuerpo blando	Apto	
Resistencia estructural a la carga vertical excéntrica	Apto	
Resistencia a la flexión	0.603 N/mm² - 54.16 N/mm²	
Módulo de elasticidad		
Resistencia a carga vertical axial	0.499 N/mm²	
Permeabilidad al vapor de agua	0.001 mg/(Pa.h.m.)	
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	716	
Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial	0.30 Wp (Kg/m²)	
Comportamiento al sismo: Según ensayos realizados, los paneles ensayados muestran una gran ductilidad previa a la rotura y escaso peso propio lo que lo convierte en un sistema idóneo para su empleo en zona sísmica.		

NOTA: Ensayos realizados por AIDIMA (Instituto Tecnológico) y CTCON (Centro tecnológico de la Construcción).

* Ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO11925-2:2011, quedando clasificada según norma UNE-EN 13501-1:2007+AL:2010.

** Consultar sistema constructivo.



Recomendaciones de uso e instalación del Sistema Compoplak



Valero

DEPARTAMENTO TÉCNICO
JOSE MANUEL VALERO S.L.
ENERO 2018

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. RECOMENDACIONES DE USO	2
2.1 FIJACIONES DEL PANEL A OTROS SOPORTES.....	2
2.1.1 SOPORTE METÁLICO.....	2
2.1.2 SOPORTE DE MADERA	3
2.1.3 SOPORTE DE HORMIGÓN O LADRILLO	3
2.2 FIJACIÓN DE ELEMENTOS AL PANEL.....	4
2.3 REVESTIMIENTOS.....	5
2.3.1 REVESTIMIENTOS DISCONTINUOS.....	5
2.3.2 TRASDOSADOS.....	7
2.4 UNIÓN Y SELLADO DE PANELES.....	8
2.5 IMPERMEABILIZACIÓN	9
2.6 INSTALACIONES	10
2.7 MANIPULACIÓN Y HERRAMIENTAS	11
2.7.2.1 HERRAMIENTAS DE CORTE	12
2.7.2.2 HERRAMIENTAS DE FIJACIÓN MECÁNICA	13
2.8 ACOPIO Y ALMACENAJE EN OBRA	144
2.9 OPCIONES PARA EL PERÍMETRO.....	14

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se desarrollan una serie de recomendaciones de uso y colocación del sistema Compoplak, con el objetivo de conseguir una correcta ejecución en obra.

Compoplak es un innovador sistema constructivo que confiere, entre otras virtudes, unas altas prestaciones mecánicas y una alta eficiencia energética a las edificaciones en las que se utiliza, y todo ello con unos rendimientos de colocación muy superiores con respecto a la obra tradicional, pero es fundamental tener muy presente una serie de consideraciones básicas referentes al material en sí y a su puesta en obra para conseguir unas buenas prácticas en el uso y manipulación de los paneles, y evitar así problemas futuros derivados de una mala ejecución.

En el siguiente apartado se exponen detalladamente dichas recomendaciones estructuradas por diferentes tipologías para su mejor exposición.

2. RECOMENDACIONES DE USO

2.1 FIJACIONES DEL PANEL A OTROS SOPORTES

En función del soporte al que se vaya a fijar mecánicamente el panel, se deberán tener en cuenta las siguientes especificaciones:

2.1.1 SOPORTE METÁLICO

En el caso de fijación mecánica del panel a un soporte metálico como pueden ser perfiles, tubos, correas o todo tipo de entramados metálicos, se debe utilizar un tornillo adecuado en función del soporte, como puede ser en este caso un tornillo autotaladrante (Fig. 1), pero teniendo en consideración que deberá ser de una longitud suficiente, para que se pueda introducir al menos 2 cm en el elemento metálico a perforar. Asimismo, se debe tener en cuenta que la arandela deberá tener un diámetro mínimo de 2 cm.

Asimismo, existe siempre la opción de fijar los paneles mediante elementos auxiliares y fijaciones mecánicas (siempre que sean tornillos pasantes o remaches), como se observa en la imagen (Fig. 2) que se corresponde con un forjado de paneles Compoplak fijado mecánicamente a la estructura metálica, en este caso perfiles IPN a modo de viguetas, mediante elementos auxiliares metálicos y tornillos pasantes.



Fig. 1: Tornillo autotaladrante para fijación a soporte metálico.



Fig. 2: Fijación mecánica a estructura metálica.

2.1.2 SOPORTE DE MADERA

En el caso de fijación mecánica del panel a un soporte de madera, se tendrán en cuenta las mismas especificaciones descritas en el apartado anterior, en cuanto a introducción mínima del tornillo al soporte y diámetro de la arandela, teniendo en cuenta únicamente que el tornillo a utilizar debe ser adecuado al soporte, como pueden ser en este caso tornillos autorroscantes para madera (Fig. 3 y 4).



Fig. 3: Fijación mecánica de panel horizontal a estructura de madera.



Fig. 4: Fijación mecánica de panel vertical a estructura de madera.

2.1.3 SOPORTE DE HORMIGÓN O LADRILLO

En el caso de fijación mecánica del panel a un elemento de hormigón o fábricas de ladrillo, se tendrán en cuenta las mismas especificaciones descritas en el apartado anterior, en cuanto a introducción mínima del tornillo al soporte y diámetro de la arandela, teniendo en cuenta únicamente que el tornillo a utilizar debe ser adecuado al soporte, como puede ser en este caso tornillos con tacos expansivos previa realización de orificio con taladro.

CONSIDERACIÓN GENERAL PARA FIJACIÓN DEL PANEL MECÁNICAMENTE

Independientemente del soporte base sobre el que se pretenda fijar mecánicamente el panel, se recomienda siempre que sea posible embeber la cabeza del tornillo en el interior del panel con el fin de ocultarla, que no quede ningún resalto en la superficie y no modifique la planeidad del panel. Para ello se procederá a realizar un orificio con una corona sobre la piel del panel, de diámetro tal que no exceda el de la arandela del tornillo. Como muestra de ello se incluye la siguiente imagen (Fig. 5), correspondiente a la fijación mecánica de un panel a una fábrica de ladrillo, en el que se ha realizado un orificio en la piel del panel para introducir la cabeza del tornillo.



Fig. 5: Secuencia de fijación oculta de un panel a una fábrica de ladrillo.

2.2 FIJACIÓN DE ELEMENTOS AL PANEL

Las características intrínsecas del panel posibilitan la fijación de cualquier tipo de elemento a él, siempre teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

Los tornillos pasantes (Fig. 6 y 7) ofrecen la posibilidad de fijar elementos de un peso considerable, ya que al fijar todos los elementos que componen el panel (núcleo de EPS y las dos pieles de fibra) aseguran la estabilidad de la fijación y evitan posibles punzonamientos o arrancamientos de las fijaciones. Las pruebas realizadas con tornillos pasantes dieron como resultado unos datos de carga de 400 Kg a carga vertical axial.

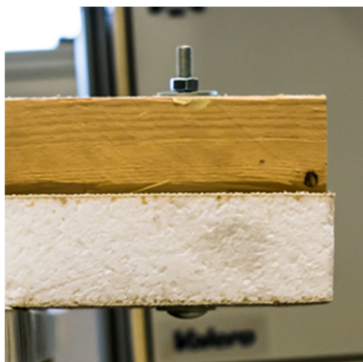


Fig. 6: Panel fijado mediante tornillo pasante a viga de madera

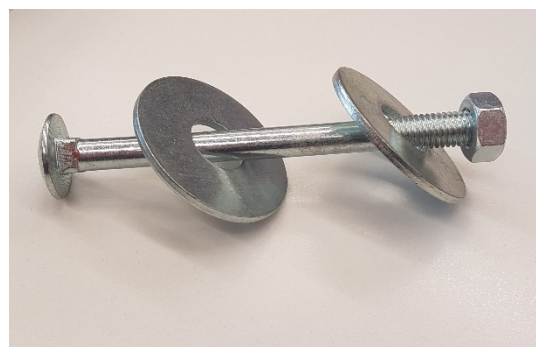


Fig. 7: Tornillo pasante.

En el caso de fijar elementos mediante fijaciones que no sean pasantes, es decir, fijadas únicamente a una cara del panel, la recomendación es utilizar sistemas de remachado, que pueden ser de diversas tipologías, en función de la carga a soportar. En este sentido cabe destacar que se han realizado pruebas satisfactorias con tres sistemas: remaches tipo flor (Fig. 8), tuercas remachables (Fig. 9) y remaches de tipo expansivo (Fig. 10).



Fig. 8: Remaches tipo flor.



Fig. 9: Tuerca remachable.



Fig. 10: Remache expansivo.

A continuación, se muestran algunas imágenes de fijación mecánica de elementos con sistema de remachado (Fig. 11, y 12).



Fig. 11: Elemento fijado al panel mediante remaches tipo flor.



Fig. 12: Elemento fijado al panel mediante remaches expansivos.

2.3 REVESTIMIENTOS

2.3.1 Revestimiento discontinuo

En el caso de los revestimientos, el panel Compoplak está diseñado para ser utilizado únicamente para “construcción seca”, es decir, sin emplear ningún tipo de mortero u otro material que necesite agua para su utilización. De esta manera, la forma idónea de revestimiento discontinuo se realiza mediante fijaciones mecánicas, ya sea a través de perfilaría metálica u otro material, o fijando el elemento directamente al panel de forma mecánica o mediante anclaje mixto (adhesivo y fijación mecánica).



Fig. 13: Ejemplo de anclaje mixto con fijación vista.



Fig. 14: Ejemplo de anclaje mixto con fijación oculta.



Fig. 15: Ejemplo de fijación directa con remache de tablero fibrocemento.



Fig. 16: Imagen de la ejecución de un aplacado de piedra.



Fig. 17: Ejemplo de revestimiento exterior de aplacado de piedra.

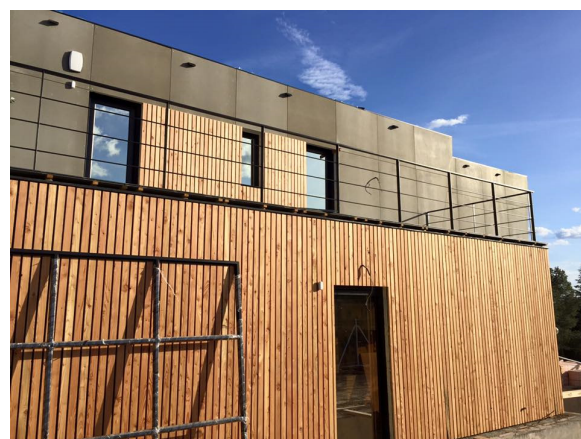


Fig. 18: Ejemplo de revestimiento exterior de madera.



Fig. 19: Ejemplo de revestimiento exterior de paneles de madera-cemento (Viroc).

Únicamente se debe tener en consideración la elección de los elementos adecuados para la fijación mecánica; en el caso de fijar los elementos mediante adhesivos, se recomienda utilizar adhesivos de tipo Sika flex o similar.

2.3.2 Trasdosados

Referente a los trasdosados del panel, éste es compatible con todos los sistemas de trasdosado de placa de yeso laminado (Fig. 20), ya sea directo o semidirecto mediante entramado de rastreles de madera (Fig.21), o bien mediante entramado autoportante de perfilería metálica (Fig. 22).



Fig. 20: Ejemplo de fachada compuesta por paneles Compoplak y trasdosado mediante perfilería metálica y placa de yeso laminado.



Fig. 21: Trasdoso de placa de yeso laminado mediante rastreles de madera.



Fig. 22: Trasdoso de placa de yeso laminado mediante perfilería metálica.

Cabe destacar que, las consideraciones a tener en cuenta a la hora de ejecutar los trasdosados al panel son las recomendaciones descritas sobre fijaciones mecánicas y de adhesivos descritas en el apartado anterior.

2.4 UNIÓN Y SELLADO DE PANELES

Se recomienda siempre que sea posible la opción de realizar la unión de los paneles entre sí mediante la combinación de soldadura química y anclaje mecánico (Fig 23). Los pasos a seguir se definen de la siguiente forma:

1. Anclamos los paneles a los ángulos guía o soporte definido, completamente unidos, sin huecos entre ambos, para evitar puentes térmicos, con fijación mecánica definida anteriormente.
2. Mediante pletinas metálicas de 10 cm de ancho (fig. 24) sujetamos la unión entre paneles, por la parte interior, separadas longitudinalmente unos 60 cm entre ambas fijaciones. Colocaremos mínimo 3 unidades por junta longitudinal.
3. Seguidamente aplicamos el bicomponente o soldadura química, mínimo en toda la junta longitudinal exterior (Fig. 25) e interior si es necesario, así daremos continuidad de aislamiento y estanqueidad de los elementos unidos. Dicha unión mediante soldadura química se consigue mediante la aplicación de una malla de fibra de vidrio de 160 g/m² y cuadrícula 4x4 mm, sujeta con adhesivo en spray y pintado con el bicomponente de resina de poliéster (fig 26).
4. En los casos de corte defectuoso y aberturas en las juntas, antes de colocar la soldadura química, hay que masillar los huecos con pasta flexible (tipo placa de yeso laminado), con espuma de poliuretano o con adhesivo (tipo sika flex o similar).

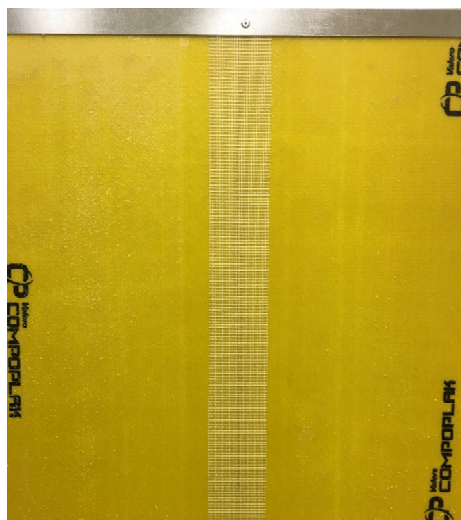


Fig. 23: Unión de los paneles mediante soldadura química (malla de fibra de vidrio + resina de poliéster).



Fig. 24: Pletina de unión paneles por el interior.



Fig. 25: Unión exterior mediante soldadura química.



Fig. 26: Kit resina de poliéster.

En cuanto a la aplicación de la soldadura química, la secuencia de ejecución recomendada es la siguiente: en primer lugar, utilizar el adhesivo en spray para fijar la malla de revoco a los paneles y, posteriormente, aplicar la resina de poliéster con rodillo recubriendo la superficie total de la malla colocada previamente.

Referente a los tiempos de ejecución, las recomendaciones son las siguientes:

- Adhesivo en spray tipo “Spraytec”: esperar aproximadamente 1 minuto antes de unir los elementos.
- Soldadura química:
 - Tiene un tiempo aproximado de trabajabilidad de 1 hora.
 - Tiene un tiempo de secado aproximado de entre 5-6 horas (se recomienda realizar la programación de la obra de tal manera que no se aplique ningún tipo de revestimiento hasta el día siguiente a la aplicación de la soldadura química.

Se recomienda, antes de mezclar la resina, tener preparado el mayor número de juntas con la fibra de vidrio adhesivada.

2.5 IMPERMEABILIZACIÓN

En los casos en los que se deba asegurar la impermeabilidad del panel por exposición o aplicación, se recomienda que se haga a través de la colocación de láminas en la cara expuesta del mismo, aunque pueden ser de aplicación otros sistemas como las pinturas impermeabilizantes de caucho o similar. En cuanto a la recomendación de utilizar láminas, se pueden utilizar distintas tipologías de las que existen en el mercado como las siguientes:

- Láminas de PVC adhesivadas y fijadas mecánicamente, según fabricante (Fig. 27).
- Láminas de EPDM adhesivadas, según fabricante.
- Láminas asfálticas autoadhesivas y/o auto protegidas, (Fig 28)

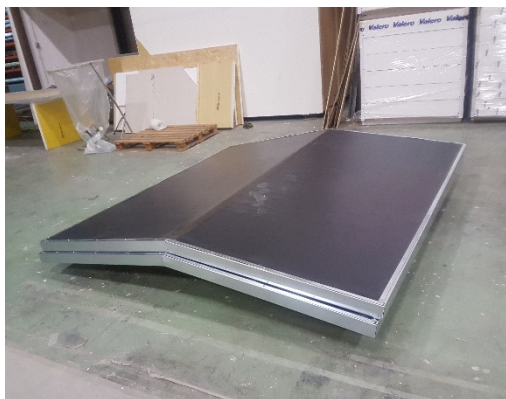


Fig. 27: Lámina impermeabilizante de PVC.

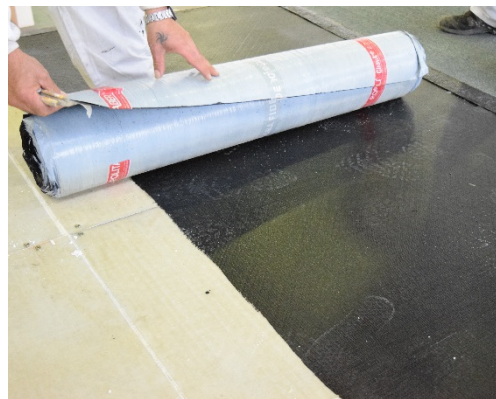


Fig. 28: Lámina impermeabilizante asfáltica.

Se recomienda no utilizar elementos para la impermeabilización del panel que requieran la aplicación de llama directa sobre el mismo.

2.6 INSTALACIONES

Se recomienda evitar en la medida de lo posible realizar las rozas para alojar las conducciones de las instalaciones directamente sobre el panel. Para ello se puede optar por utilizar trasdosados, ya sean cerámicos, alojando las conducciones en rozas realizadas a la fábrica de ladrillo, o bien de placa de yeso laminado, aprovechando la estructura auxiliar de madera (Fig. 29) o metálica (Fig. 30) para pasar las conducciones.



Fig. 29: Conducciones introducidas en estructura auxiliar de madera.



Fig. 30: Conducciones introducidas en estructura auxiliar metálica.

Cabe destacar que, existe la posibilidad de dejar las instalaciones vistas anclando mecánicamente al panel las conducciones.

En los casos muy específicos en los que por necesidad de la aplicación no se tengan más opciones que pasar las instalaciones por los paneles (Fig. 31 y 32), se deberá consultar con el fabricante la viabilidad de

realizarlo y, en el caso de que sea posible, evitar elementos de soldadura para la unión de las conducciones y sopletes para la realización de rozas.



Fig. 31: Conducciones de instalación frente a incendios introducidas en el panel.



Fig. 32: Conducciones de saneamiento introducidas en el panel.

2.7 MANIPULACIÓN Y HERRAMIENTAS

2.7.1 Manipulación

La manipulación de los paneles es muy sencilla debido a sus características intrínsecas, entre las que destaca su ligereza (Fig. 33), y no requiere de ningún sistema de protección especial más allá de los propios equipos de protección individuales necesarios en función de las herramientas que se vayan a utilizar.



Fig. 33

2.7.2 Herramientas

2.7.2.1 Herramientas de corte.

CALADORA: Nos permite cortar en cualquier dirección, con cuchilla de madera y de largo mínimo 1 cm mayor que el espesor del panel.



Fig. 34

SIERRA CIRCULAR: Nos permite cortes longitudinales y a inglete, con disco de madera y de mínimo 5mm mayor que el ancho del panel.



Fig. 35

RADIAL: La utilizaremos para cortar los ángulos metálicos (nunca cerca del panel, ya que emitirá chispa) y en caso necesario podremos utilizarla para cortar la piel del panel por las dos caras, para facilitar el corte de la maquinaria anteriormente descrita.



Fig. 36

2.7.2.1 Herramientas de fijación mecánica.

TALADRADORA: Su empleo será necesario para la colocación de los ángulos de soporte y para las fijaciones mecánicas.



Fig. 37

REMACHADORA NEUMÁTICA O MANUAL: Se pueden utilizar ambas, siendo la neumática la de mayor rendimiento.



Fig. 38

PISTOLA DE CUCHILLA CALIENTE: Nos cortará el poliestireno tanto recto como en inglete, previo corte de la piel de fibra, con las herramientas de corte.



Fig. 39

2.8 ACOPIO Y ALMACENAJE DE LOS PANELES

En lo que se refiere al acopio y almacenaje del panel (Fig. 40 y 41), únicamente se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Evitar almacenar los paneles en lugares expuestos a la radiación solar.
- Evitar almacenar los paneles en lugares en los que la temperatura ambiente pueda llegar a los 80 °C.



Fig. 40: Acopio de paneles en almacén.



Fig. 41: Acopio de paneles en obra.

1.9 OPCIONES PARA EL PERÍMETRO.

En los casos de esquinas sin inglete, frentes de cubierta y cortes de ventanas o puertas, se nos queda el perímetro del panel con el núcleo de EPS visto. Existe la alternativa de utilizar un panel de 10 mm de espesor, para cortarlo en tiras del ancho del panel utilizado para taparlo y así tendremos continuidad de la piel que cubre el panel.

Este panel de 10 mm se puede adhesivar o fijar mecánicamente o ambas opciones si necesitamos un mayor anclaje. Para el adhesivado se puede utilizar del tipo Sika Flex o similar y para la fijación se utiliza una cantonera de plástico o metálica (según acabado exterior), de ala mayor de 15 mm, fijadas con remaches de flor (mínimo de 16 mm y arandela de 14 mm).

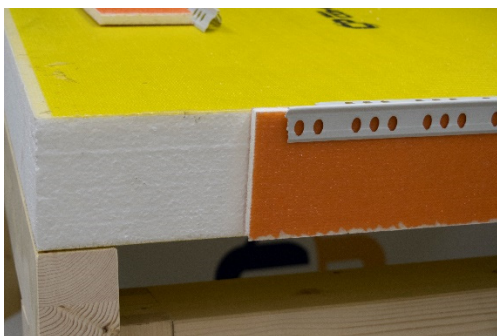


Fig. 42 Opción de Remate de cubierta.



Fig. 43: Opción de remate vertical en encuentros y huecos.

ANEXO 9.

FICHAS TÉCNICAS VENTANAS

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coeficiente de transmisión térmica
 U_w desde 1,0 (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas*:

α A B C D E

* En función de la transmitancia del vidrio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: **46 mm.**

Máximo aislamiento acústico: **Rw = 48 dB.**

CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 4

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase E1200

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C5

Ensayo de referencia ventana 1,20 x 1,16 m. 2 hojas.

SECCIONES	Marco 60 mm Hoja 68 mm
ESPESOR PERFILERÍA	Ventana 1,6 mm Balconera 1,6 mm
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 1.500 mm Alto (H) = 2.600 mm
PESO MÁXIMO/ HOJA	160 Kg.

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.

ACABADOS	Lacado colores (RAL, moteados, rugosos...) Según sello Qualicoat >60 micras Lacado imitación madera Según sello Qualideco Anodizado Según sello Ewwa Euras Standard Clase 15 Posibilidad Clase 20 y 25 Posibilidad bicolor
----------	---

HERRAJE	Posibilidad bisagras ocultas Posibilidad herraje de seguridad
---------	--

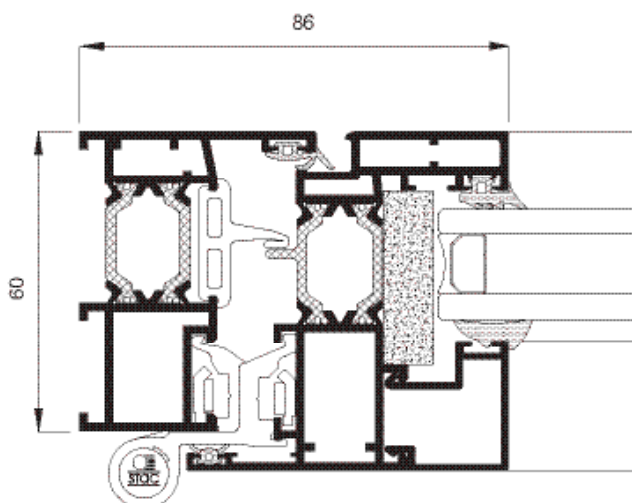
ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN
6063 T-5

LONGITUD VARILLA POLIAMIDA
Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio: 24 mm

JUNTAS
Triple junta de EPDM

ESPUMAS
Espuma de poliolefina perimetral en la zona del galce de vidrio

POSIBILIDADES DE APERTURA	
INTERIOR	Practicable, oscilo-batiente, plegable, oscilo-paralela y abatible
EXTERIOR	Practicable, proyectante deslizante, pivotante de eje horizontal y vertical.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coeficiente de transmisión térmica
 U_w desde 1,3 (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas*:

α A B C D E

* En función de la transmitancia del vidrio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: **30 mm.**

Máximo aislamiento acústico: **Rw = 41 dB.**

CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 4

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase 7A

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C5

* Ensayo de referencia balconera 1,23 x 1,55 m, 1 hoja + 1 fijo.

SECCIONES	Marco 116 mm Tricarril 182 mm Hoja 37 mm	ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN	6063 T-5
ESPESOR PERFILERÍA	Puerta 1,7 mm	LONGITUD VARILLA POLIAMIDA	Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio de 16 a 24 mm
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 2.200 mm Alto (H) = 3.000 mm	POSIBILIDADES DE APERTURA	Corredera de 2, 3, 4 y 6 hojas. Posibilidad mono y tricarril (1 hoja+1 fijo) (2 hojas+1 fijo). Posibilidad de encuentros a 90° sin parteluz. Galandage de 1 y 2 hojas
PESO MÁXIMO/ HOJA	320 Kg		
DRENAJE	Posibilidad canaleta de drenaje y rejilla inox		

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.

ACABADOS

Lacado colores
(RAL, moteados, rugosos...)

Según sello Qualicoat >60 micras

Lacado imitación madera

Según sello Qualideco

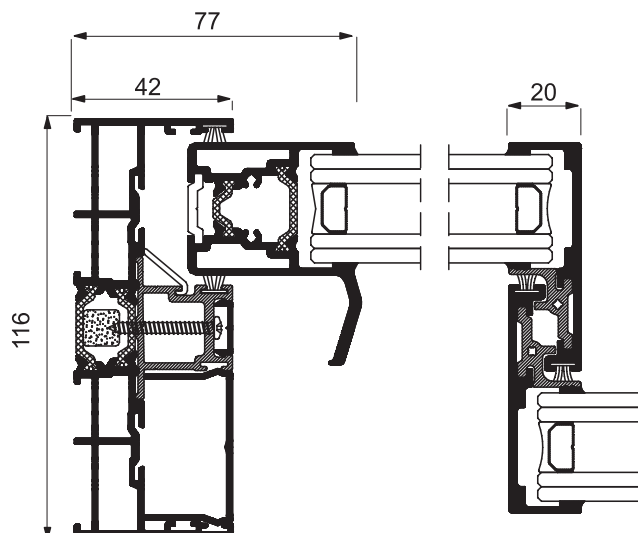
Anodizado

Según sello Ewwa Euras

Standard Clase 15

Posibilidad Clase 20 y 25

Posibilidad bicolor



| ANEXO 10.

FICHA TÉCNICA SISTEMA AEROTERMIA

BOMBA
DE CALOR

► DAIKIN ALTHERMA MONOBLOC

Bomba de Calor aerotérmica para producción de aire acondicionado, calefacción y agua caliente sanitaria (Sistema compacto)

A++

DAIKIN ALTHERMA MONOBLOC DE BAJA POTENCIA				EBLQ05CAV3*	n! EBLQ07CAV3*
Temperatura ambiente	impulsión				
Calefacción	7	45	Capacidad Nom / Máx/Consumo kW	4,03 / 4,75 / 1,13	6,90 / 6,90 / 2,02
			COP	3,58	3,42
	7	35	Capacidad Nom / Máx/Consumo kW	4,40 / 5,00 / 0,88	7,00 / 7,00 / 1,55
			COP	5,00	4,52
Refrigeración	35	7	Capacidad Nominal/Consumo kW	4,20 / 1,80	5,40 / 2,34
			EER	2,32	3,80
	35	18	Capacidad Nominal/Consumo kW	3,90 / 0,95	5,20 / 1,37
			EER	4,07	2,29
Refrigerante				R-410A	R-410A
Dimensiones				735 x 1.085 x 350	735 x 1.085 x 350
Peso				76	95
Compresor				SWING	SWING
Potencia sonora				Refrig. / Calef. dBA 63 / 61	63 / 62
Presión sonora				Refrig. / Calef. dBA 48 / 48	50 / 49
Alimentación				I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)
Conexión agua				1"	1"
Clase de eficiencia energética 55°C LOT1				A++	A++
Clase de eficiencia energética 35°C LOT1				A++	A++

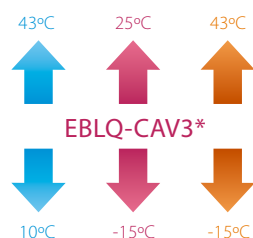
DAIKIN ALTHERMA MONOBLOC				ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA			ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA		
				EBHQ011BB6V3	EBHQ014BB6V3	EBHQ016BB6V3	EBHQ011BB6W1	EBHQ014BB6W1	EBHQ016BB6W1
Temperatura ambiente	impulsión								
Calefacción	7	45	Capacidad Nominal/Consumo kW	10,87 / 3,22	13,10 / 3,91	15,06 / 4,62	10,87 / 3,12	13,10 / 3,98	15,06 / 4,58
			COP	3,37	3,35	3,26	3,48	3,29	3,29
	7	35	Capacidad Nominal/Consumo kW	11,20 / 2,47	14,0 / 3,20	16,0 / 3,79	11,20 / 2,51	14,00 / 3,22	16,0 / 3,72
			COP	4,54	4,37	4,22	4,46	4,35	4,30
Refrigeración	35	7	Capacidad Nominal/Consumo kW	10,0 / 3,60	12,50 / 5,30	13,10 / 5,85	10,00 / 3,60	12,50 / 4,98	13,10 / 5,65
			EER	2,78	2,36	2,24	2,78	2,51	2,32
	35	18	Capacidad Nominal/Consumo kW	12,85 / 3,78	15,99 / 5,65	16,73 / 6,28	12,85 / 3,78	15,99 / 5,32	16,73 / 6,06
			EER	3,39	2,83	2,66	3,39	3,01	2,76
Refrigerante				R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Dimensiones				Al.xAn.xF. mm 1418 x 1435 x 382	1418 x 1435 x 382	1418 x 1435 x 382	1418 x 1435 x 382	1418 x 1435 x 382	1418 x 1435 x 382
Peso				Kg 180	180	180	180	180	180
Compresor				SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL
Potencia sonora				Refrig. / Calef. dBA 64	64	66	65 / 64	66 / 65	69 / 66
Presión sonora				Refrig. / Calef. dBA 50 / 51	52 / 51	54 / 52	50 / 49	52 / 51	54 / 53
Alimentación				I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	III / 380 V (trifásico)	III / 380 V (trifásico)	III / 380 V (trifásico)
Conexión agua				1-1/4"	1-1/4"	1-1/4"	5/4"	5/4"	5/4"
Clase de eficiencia energética 55°C LOT1				A+	A+	A+	A+	A+	A+
Clase de eficiencia energética 35°C LOT1				A+	A+	A+	A+	A+	A+

Nota: Unidades exteriores trifásicas disponibles (consultar).

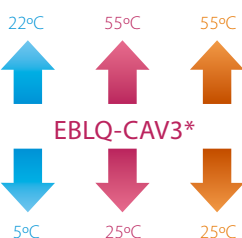
ACUMULADORES			EKHSW150C3V3	EKHSW200C3V3	EKHSW300C3V3	EKHWE150A3V3	EKHWE200A3V3	EKHWE300A3V3
Volumen	I		150	200	300	150	200	300
Material interior			Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero vitrificado	Acero vitrificado	Acero vitrificado
Dimensiones	Alto / Diámetro	mm	900 / 580	1.150 / 580	1.600 / 580	1.205 / 545	1.580 / 545	1.572 / 660
	Peso en vacío	Kg	37	45	59	80	104	140
Resistencia Booster			kW 3	3	3	3	3	3
Alimentación			I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)	I / 220V (monofásico)
Conexiones hidráulicas / Conexión sensores			Pulg. 3/4" / 1/2"	3/4" / 1/2"	3/4" / 1/2"	3/4" / 1/2"	3/4" / 1/2"	3/4" / 1/2"
Clase de eficiencia energética LOT2			C	C	C	C	C	D

ACUMULADORES			EKHWP300B/PB	EKHWP500B/PB
Volumen de agua	I		300	500
Temperatura máxima del agua	Cº		85°C	85°C
Dimensiones	Al.xAn.xF.	mm	1.640 x 595 x 615	1.640 x 790 x 790
	Color		Blanco	Blanco
Peso en vacío			Kg 59	93
Depósito			Material Polipropileno	Polipropileno
Kit de conexión EBLQ05/07CAV3 (obligatorio)			EKDVCPLT3HX	EKDVCPLT5X
Kit de conexión EBHQ011/14/16BB (obligatorio)			No combinable	EKDVCPLT5X
Resistencia de apoyo (obligatorio)			EKBH3S	EKBH3S
Clase de eficiencia energética LOT2			B	B

Rango de funcionamiento de temperatura ambiente exterior

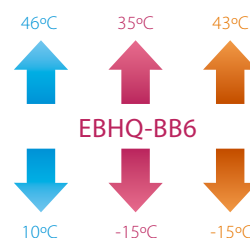


Rango de funcionamiento de temperatura de salida de agua

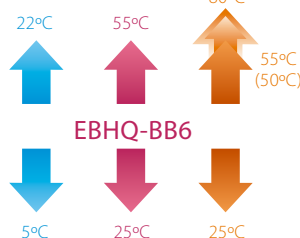


● Refrigeración ● Calefacción ● Agua caliente sanitaria

Rango de funcionamiento de temperatura ambiente exterior



Rango de funcionamiento de temperatura de salida de agua



● Refrigeración ● Calefacción ● Agua caliente sanitaria

(*) Nota: Para determinados tratamientos se puede elevar la temperatura hasta 80°C.

(*) Nota: Para determinados tratamientos se puede elevar la temperatura hasta 80°C.

* Información preliminar.